



KLS

# Ciência do Solo: Classificação



# Ciência do Solo: Classificação

---

Francisco Ferreira Martins Neto  
Carla Samara dos Santos Ferreira  
Léo Adriano Chig

© 2019 por Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer outro tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora e Distribuidora Educacional S.A.

### **Presidente**

Rodrigo Galindo

### **Vice-Presidente Acadêmico de Graduação e de Educação Básica**

Mário Ghio Júnior

### **Conselho Acadêmico**

Ana Lucia Jankovic Barduchi

Danielly Nunes Andrade Noé

Grasiele Aparecida Lourenço

Isabel Cristina Chagas Barbin

Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

### **Revisão Técnica**

Francisco Ferreira Martins Neto

José Antonio Maior Bono

Mauro Stopatto

Paulo Sérgio Siberti da Silva

### **Editorial**

Elmir Carvalho da Silva (Coordenador)

Renata Jéssica Galdino (Coordenadora)

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Martins Neto, Francisco Ferreira

M386c Ciência do solo : classificação / Francisco Ferreira Martins Neto, Carla Samara dos Santos Ferreira, Léo Adriano Chig. – Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2019. 208 p.

ISBN 978-85-522-1464-9

1. Latossolo. 2. Argissolos. 3. Neossolos. 4. Solos do Brasil. I. Martins Neto, Francisco Ferreira. II. Ferreira, Carla Samara dos Santos. III. Ching, Léo Adriano. IV. Título.

CDD 630

2019

**Editora e Distribuidora Educacional S.A.**

Avenida Paris, 675 – Parque Residencial João Piza

CEP: 86041-100 — Londrina — PR

e-mail: editora.educacional@kroton.com.br

Homepage: <http://www.kroton.com.br/>

# Sumário

---

## Unidade 1

Propriedades físico-químicas e atributos diagnósticos do solo.....	7
Seção 1.1	
Introdução à classificação dos solos.....	9
Seção 1.2	
Principais atributos diagnósticos dos solos.....	23
Seção 1.3	
Outros atributos diagnósticos dos solos.....	38

## Unidade 2

Horizontes diagnósticos do solo.....	57
Seção 2.1	
Horizontes diagnósticos superficiais.....	59
Seção 2.2	
Horizontes diagnósticos subsuperficiais: tipos de horizonte B.....	72
Seção 2.3	
Horizontes diagnósticos subsuperficiais: outros horizontes.....	86

## Unidade 3

Níveis categóricos e classes de solos do Brasil.....	105
Seção 3.1	
Níveis categóricos do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos.....	107
Seção 3.2	
Principais classes de solos do Brasil com maior distribuição territorial.....	121
Seção 3.3	
Principais classes de solos do Brasil com menor distribuição territorial.....	137

## Unidade 4

Aspectos e chave de classificação dos solos.....	157
Seção 4.1	
Aspectos dos solos brasileiros.....	159
Seção 4.2	
Mapeamento de solos e correlação das classificações do solo.....	176
Seção 4.3	
Simbologia e chave de classificação de solos.....	191



# Palavras do autor

---

Prezado aluno, seja bem-vindo à disciplina Ciência do Solo: Classificação.

A classificação do solo é uma das ferramentas de maior importância na agronomia e áreas afins, utilizada por profissionais para inferir suas diferentes aplicabilidades. Ainda, essa classificação remete a informações essenciais sobre as características do solo, mensurando a necessidade de manejo e conservação do solo e da água, para melhor proveito do local.

No decorrer dos nossos estudos, abordaremos noções sobre a identificação dos solos, considerando parâmetros de análise propostos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). Há de se entender que tais parâmetros condizem à categorização do solo dentro de uma classe, constituindo a base e a estrutura para qualquer tomada de decisão em relação ao uso mais adequado dos solos. Dessa forma, o conhecimento adquirido nesta disciplina permitirá entender a importância da classificação em estudos de capacidade de uso e aptidão agrícola das terras.

Ressaltamos que qualquer característica do solo que auxilie em sua classificação é condicionada pelos seus processos de formação, os quais fornecem condições físicas e químicas que permitem a inferência de informações essenciais ao uso e manejo, conceitos fundamentais para melhor atuação dos profissionais de agronomia.

Iniciaremos com uma introdução a respeito da classificação dos solos, buscando entender os princípios básicos, a evolução dessa classificação, a importância da classificação dos solos agrícolas e não agrícolas, bem como os atributos diagnósticos do solo e suas características.

Em seguida abordaremos os horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais, e a sua aplicabilidade na classificação dos solos, uma vez que são primordiais para diferenciação das classes. Posteriormente, abordaremos os níveis categóricos da classificação dos solos brasileiros segundo o SiBCS, salientando as principais classes de solos do Brasil e a sua distribuição geográfica.

Por fim, abordaremos os principais aspectos dos solos brasileiros, critérios e metodologias necessárias para elaboração de mapeamentos do solo; a

correlação entre a classificação brasileira e as internacionais, e a utilização da chave de classificação dos solos e as simbologias necessárias para sua interpretação.

Ao fim, você conhecerá as propriedades físico-químicas do solo, os atributos diagnósticos e sua importância nas classes de solos do Brasil, bem como deterá o conhecimento sobre os horizontes diagnósticos do solo e sua aplicabilidade em mapeamentos.

A partir da compreensão dos temas estudados, você estará apto a contribuir para a discussão e aplicação do conhecimento adquirido, bem como promover os princípios básicos da classificação dos solos, para que estes sejam adequadamente manejados. No entanto, é necessário que você explore suas leituras e participe de todas as atividades propostas, para que consiga desenvolver as competências gerais necessárias para se tornar um grande profissional na área agrônoma.

# Unidade 1

---

## Propriedades físico-químicas e atributos diagnósticos do solo

### Convite ao estudo

Caro aluno, nesta primeira unidade estudaremos os princípios básicos, as funções, a evolução da classificação dos solos, além da importância da caracterização dos solos agrícolas e não agrícolas e dos materiais e minerais que os compõem. Veremos também as características referentes à relação silte e argila, mudança textural, saturações de bases e de alumínio, atividade da argila, dentre outros aspectos. Ainda abordaremos as diferentes composições e combinações químicas do solo e sua variabilidade quantitativa, fator preponderante e que caracteriza os diferentes “caráteres” do solo.

É importante termos consciência de que o solo é um recurso natural essencial para nós, uma vez que é amplamente utilizado na produção de alimentos, tanto de origem animal como vegetal. Você já refletiu sobre o que faz um solo ser adequado para a agricultura? Por que certas plantas não têm um desenvolvimento adequado em determinados locais? Cada vez mais o conhecimento do solo nos permite inferir qual o melhor uso do solo de um determinado local e a necessidade de conservação desse recurso, que é uma ferramenta de suma importância agrícola.

Para conhecer mais sobre a importância da classificação dos solos e aplicar os conhecimentos a serem adquiridos, considere o seguinte contexto: você, engenheiro agrônomo, atua em uma consultoria agrícola que presta serviços a instituições públicas e privadas, cooperativas e produtores rurais, e realiza desde levantamentos até orientações para uso da terra. Você foi designado como responsável pela **análise e avaliação do solo de três propriedades rurais que apresentam problemas relacionados à baixa produtividade das espécies cultivadas e problemas erosivos**. Nesse trabalho, você também será acompanhado por alguns estudantes de Agronomia, para que eles adquiram experiência com a vivência em campo.

Na primeira propriedade você realizará uma análise por meio dos atributos diagnósticos do solo, para entender se existe alguma relação entre eles e a baixa produtividade no local. Na segunda propriedade será realizado um levantamento, uma vez que existe a suspeita da presença de toxicidade nas terras. Na terceira área deverão ser observados problemas relacionados

às raízes vegetais e o que poderá ser o responsável pelo baixo vigor das espécies vegetais.

Dessa forma, qual a importância da classificação do solo para a atividade agrícola e não agrícola? O que são os atributos diagnósticos dos solos e qual a sua importância?

Bons estudos!

## Introdução à classificação dos solos

### Diálogo aberto

Por que o homem tem interesse pela classificação dos solos? Como podemos definir a sua melhor forma de uso e manejo? Essas são apenas algumas das reflexões que devemos fazer como futuros profissionais da área de agronomia. O conhecimento do solo vem avançando constantemente e é importante para o sucesso em sua atuação profissional. Conhecer as características do solo manejado, além de permitir a aplicação de técnicas adequadas, pode auxiliar no entendimento da resposta das culturas plantadas naquele ambiente.

Anteriormente, você foi situado como engenheiro agrônomo que atua em uma consultoria agrícola. Em seu primeiro dia de trabalho, você foi designado a atender um produtor rural que vem apresentando suscetíveis quedas de produtividade em seus cultivos de milho (*Zea mays* L.). Você observa que o local apresenta clima tropical, precipitação e demais fatores adequados para o plantio do milho, porém, ao ser questionado sobre informações do solo local e dos tratamentos culturais, o agricultor afirma que desconhece tais informações. Além disso, não há rotatividade de culturas e nem preparo do solo anteriormente ao plantio.

A fim de compreender melhor a situação, você salienta que deverão ser realizados estudos dos atributos do solo local para analisar se existem fatores proeminentes influenciando a produtividade e que permitam classificar o tipo de solo. Diante dessa solicitação, o produtor faz os seguintes questionamentos: o que são os atributos diagnósticos e como eles podem auxiliar na descrição do solo da área? Qual a influência e a importância da classificação do solo para a atividade agrícola e não agrícola? O que poderia estar influenciando a baixa produtividade? O que é necessário para um diagnóstico assertivo desse solo?

Para responder a esses questionamentos, conheceremos a seguir as peculiaridades e aplicações da classificação do solo que serão úteis no manejo de áreas agrícolas.

Vamos lá?

A partir de agora, você conhecerá a classificação dos solos, além de conceitos importantes que estão diretamente relacionadas a essa temática. Para que possamos compreender o propósito da classificação de solos no Brasil, coordenada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e denominada **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos** (SiBCS), devemos resgatar a origem e o surgimento das técnicas, bem como as razões pelas quais a sua classificação vem evoluindo.

O solo é utilizado desde os primórdios para os mais diversos fins, servindo como suporte para habitação, matéria-prima e agricultura. Ao notar as inúmeras variações e características que influenciavam seu uso, principalmente em relação à produtividade agrícola, o homem viu a necessidade de realizar a categorização (ou agrupamento) dos solos.

Vejamos um pouco sobre o início dessa sistematização. Ao longo dos anos, várias propostas de classificação foram apresentadas, e foi apenas no final do século XIX que Dokuchaev introduziu os fundamentos científicos para classificação pedológica, possibilitando, assim, uma classificação do solo de forma individualizada. Em sua teoria, considerava o perfil do solo como um corpo independente da crosta terrestre, e sua origem era vinculada aos **processos pedogenéticos** (adição, remoção, translocação e transformação). Tais processos atuam com diferentes intensidades de acordo com a variação nos fatores de formação do solo (material de origem, clima, relevo, organismos vivos e tempo), o que resulta na diversidade de solos na paisagem, com características particularizadas (SANTANA, 1998; LEPSCH, 2002).



### Assimile

**Processos pedogenéticos:** são mecanismos ou reações químicas, físicas e biológicas que auxiliam nos processos de formação do solo e influenciam sua classificação. Segundo Santos *et al.* (2018), os estudos dos processos pedogenéticos específicos permitem o levantamento das características dos diferentes tipos de solos, sendo fundamental para entender a organização de sistemas de classificação de solos.

Dessa forma, surge a classificação sistemática do solo, com o princípio básico de facilitar o entendimento por meio da organização de suas informações, propriedade físicas, químicas, mineralógicas e características morfológicas dentro de categorias taxonômicas. Essas informações provêm da interpretação dos fatores supracitados, realizada por meio de descrições em campo e de análises laboratoriais de amostras coletadas.



## Refleta

A classificação de um solo está implícita na capacidade de utilizar os dados disponíveis em uma análise aprofundada, dentro de um processo de tomada de decisão mais adequado para o uso e manejo do solo, subsidiando assim, a avaliação do potencial e das suas limitações.

Uma vez que a classificação provém da interpretação de informações e descrição morfológica de diversas características observadas em campo, você acha que o conhecimento técnico, a vivência e a experiência do profissional são fatores importantes para a correta classificação? Por quê?

Esse agrupamento tem como objetivo (ou função) organizar os conhecimentos, possibilitar assertivamente que se descreva a distribuição espacial e prever o comportamento, permitindo apontar o melhor uso para cada tipo de solo (classe).

Ainda, em relação ao uso e manejo do solo, pensando no âmbito agrícola, pode-se afirmar que tais dados permitem ao profissional da área inferir quais as culturas, cultivares e variedades são mais adequados, delineando ainda os manejos necessários. Segundo Fasolo (1996), a classificação do solo consiste em uma importante ferramenta que pode ser utilizada na orientação do uso eficiente e racional do solo.

No Brasil, a classificação sistêmica dos solos teve início no fim da década de 1970, quando foram realizadas diversas aproximações, sendo que a publicação da primeira edição do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SiBCS) ocorreu em 1999. Evolutivamente, foram lançadas a segunda, a terceira e a quarta edição em 2006, 2013 e 2014, respectivamente. Atualmente o SiBCS está na quinta edição (2018) e permite classificar corretamente um solo no Brasil até o 5º nível categórico, utilizando-se a chave de classificação dele (assuntos que serão abordados posteriormente). O SiBCS reúne características de processos morfogenéticos (dados morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos), permitindo agrupar os solos brasileiros em diferentes níveis taxonômicos, o que corresponde a uma classe de solo de um determinado nível categórico (SANTOS *et al.*, 2018).

De acordo com Pes e Arenhardt (2015), o SiBCS consiste em um sistema de classificação natural, baseado nas propriedades dos solos. Ainda, existe o chamado “sistema de classificação técnica”, baseado em características específicas, conforme o uso que se pretende realizar.



## Pesquise mais

Dentre os sistemas de classificação técnica, podemos citar a classificação de capacidade de uso e o sistema de avaliação de aptidão agrícola das terras. Os artigos indicados a seguir tratam desses tipos de classificação. MENDONÇA, I. F. C.; LOMBARDI NETO, F.; VIÉGAS, R. A. Classificação da capacidade de uso das terras da Microbacia do Riacho Una, Sapé, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 10, n. 4, p. 888-895, 2006.

PEREIRA, C. L.; NETO, F. L. **Avaliação da aptidão agrícola das terras: proposta metodológica**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 43).

Temos ainda outro fator preponderante quando abordamos conceitos relacionados à classificação do solo: a importância da classificação dos solos agrícolas e não agrícolas.

A classificação dos solos permite explicar o conceito de solos que podem ser empregados para fins agrícolas e não agrícolas. O termo “solo agrícola” refere-se àquele com condições físicoquímicas para o plantio de culturas em geral, apresentando fertilidade necessária para o desenvolvimento delas. Essa denominação está condicionada, além da camada orgânica, pela presença dos macronutrientes e micronutrientes essenciais para as plantas. Para se adequar a essas premissas, ressalta-se que os solos podem ter os nutrientes inseridos por meio da fertilização com a adubação, processo semelhante ao de correção do pH, que é amplamente realizado na agricultura. Esses cuidados são necessários por consequência do manejo incorreto, resultado de anos de produção, esgotando os nutrientes do solo e ocasionando limitações para o uso na agricultura.

O intuito de qualificar um solo como agrícola ou não agrícola busca exclusivamente expressar fatores limitantes para quaisquer atividades que se almeja realizar no local. Por exemplo, solos onde se observa elevada concentração de ácido sulfúrico, carbonatos ou sais serão inaptos para lavouras, uma vez que apresentam toxicidade elevada, não permitem a penetração de raízes e impedem o desenvolvimento vegetal (OLIVEIRA, 2003; SANTOS *et al.*, 2018).

Mas qual seria a importância dos solos não agrícolas? Para esclarecer essa questão, utilizaremos um exemplo apresentado por Oliveira (2003). Segundo o autor, solos que apresentam elevada concentração de sais (Figura 1.1) ocasionam processos corrosivos em estruturas metálicas enterradas, uma vez que, quanto maior a condutividade elétrica, maior a capacidade corrosiva.



### Lembre-se

Lembre-se de que os sais são responsáveis pela condutividade elétrica. A água, por exemplo, conduz eletricidade devido à presença dos sais minerais.

Figura 1.1 | Exemplo de solo com eflorescência de sais



Fonte: iStock.

Então, se o intuito do SiBCS é classificar os solos de acordo com as suas características, qual a função dos levantamentos? Além de possibilitarem a descrição da distribuição espacial e serem utilizados como indicadores de uso da terra, podem auxiliar no diagnóstico de problemas agrícolas regionais ou locais, na elaboração de planos em áreas rurais, na avaliação de fragilidade ambiental (associada com outros fatores), na análise da aptidão para culturas específicas, programas conservacionistas, dentre outros.



### Refleta

Você consegue compreender a importância desses conhecimentos para os engenheiros agrônomos?

São esses dados que, por vezes, orientarão o profissional a respeito da intensidade da limitação e sobre as práticas agrícolas ou ações de engenharia a serem empregadas. Você verá, no decorrer dos estudos, que compreender a classificação e suas características possibilita, por exemplo, saber quais solos respondem melhor a fertilizantes e corretivos.

Em geral, as informações sobre os solos são disponibilizadas em relatórios, ensaios ou mapas pedológicos, auxiliando na identificação desses solos

na paisagem, ou seja, a representação em mapa poderá ser associada (observada) em campo (OLIVEIRA, 2003).

Como vimos, elencar os solos em classes exige informações detalhadas quanto às propriedades mineralógicas, morfológicas e físico-químicas, que são obtidas pela análise do perfil do solo no campo e/ou em laboratório. Todas essas condições estão relacionadas com os fatores e processos envolvidos em sua formação, sendo que no SiBCS essas características e propriedades são apresentados na forma de atributos diagnósticos, utilizados para identificar a presença ou ausência de “horizontes diagnósticos” e/ou “classes de solo” (SANTOS *et al.*, 2018). Alguns atributos diagnósticos são importantes devido às correlações que apresentam com os aspectos agronômicos e, por vezes, não agronômicos.



### Assimile

Os solos são constituídos de materiais minerais e orgânicos, os quais estão organizados em camadas e/ou horizontes. O perfil do solo constitui um corte vertical, onde é possível visualizar a disposição dos horizontes até o material de origem, utilizado para exame, descrição, coleta e classificação do solo, por meio da comparação dos aspectos individuais verificados no perfil do solo e os critérios do SiBCS (EMBRAPA, 2006).

Para iniciarmos a compreensão dos atributos diagnósticos, falaremos sobre o **material orgânico**, originário de resíduos vegetais em diferentes estágios de decomposição (serapilheira e húmus). Não consideraremos as raízes vivas, porém, incluiremos fragmentos de carvão finamente divididos e a biomassa presente no solo.

Selle (2007) afirma que a matéria orgânica do solo é proveniente dos processos de decomposição de resíduos de origem animal (em menor escala), não apresentando relação com o material proveniente do intemperismo da rocha de origem. Além disso, com o processo de degradação ocorre a liberação do carbono para a atmosfera ( $\text{CO}_2$ ), sendo uma parte fixada na matéria orgânica como um componente do solo (SANTOS; CAMARGO, 1999).

O material orgânico pode estar associado ao material mineral em proporções variáveis. No entanto, o conteúdo orgânico deve apresentar valores predeterminados em relação aos minerais, sendo que o material do solo será considerado orgânico quando o teor de carbono orgânico for maior ou igual a  $80 \text{ g kg}^{-1}$  (8%) avaliado na fração Terra Fina Seca ao Ar (TFSA) (SANTOS *et al.*, 2018).

O grau de decomposição da matéria orgânica também é considerado um atributo diagnóstico e de suma importância, sendo utilizado nos organossolos. Ele é dividido em três tipos (Tabela 1.1) (SANTOS *et al.*, 2018), classificados de acordo com a sua decomposição percentual ao volume total, observada por meio de peneiragem.

Tabela 1.1 | Grau de decomposição da matéria orgânica

Tipo de material	Teor de fibras esfregadas (%)	Índice de pirofosfato	Von Post
Orgânico-fíbrico	< 40	≥ 5	1 a 4
Orgânico-hêmico	Entre 17 e 40	Intermediário	5 ou 6
Orgânico-sáprico	> 17	≥ 3	< 7

Fonte: Santos *et al.* (2018, [s.p.]).



### Assimile

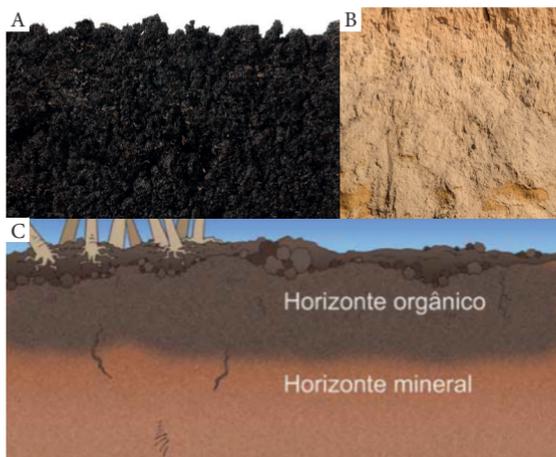
**Fibra esfregada:** refere-se à fibra que permanece na peneira de 100 mesh após esfregar uma amostra de material orgânico entre o polegar e o indicador, aproximadamente 10 vezes.

**Índice de pirofosfato:** técnica que consiste na avaliação da cor do solo em contato com solução de pirofosfato de sódio em relação ao matiz, valor e croma (atributos de cor presentes na carta de munsell).

**Von Post:** consiste em uma escala de avaliação da decomposição do solo, variando de 1 a 10, em que o primeiro representa a menor decomposição e o último a decomposição total da matéria orgânica.

E se um solo não for orgânico (Figura 1.2), qual sua composição? Como citado, o solo é composto também por material inorgânico, o qual perfaz mais um atributo diagnóstico. O **material mineral inorgânico** é a base de todos os solos, compondo a maior parte da fase sólida deles. Sua composição é variada, porém os fatores de origem são sempre iguais: esse tipo de solo é consistido por minerais provenientes do intemperismo das partes rochosas em áreas próximo à superfície, influenciadas por fatores climáticos ou naturais, como chuvas, ventos, enchentes, dentre outros.

Figura 1.2 | Solos (a) orgânicos, (b) inorgânicos e (c) representação de ambos



Fontes: (a) e (b): iStock; (c): Hammes (2012, p. 70).

Dentro dos materiais minerais inorgânicos, podemos identificar os **minerais alteráveis** (outro atributo diagnóstico), definidos como minerais instáveis em clima úmido em comparação com o quartzo, o zircão, o rútilo e as argilas do grupo das caulinitas, que apresentam maior resistência (IBGE, 2015). Quando se intemperizam, liberam nutrientes para as plantas e ferro ou alumínio (SANTOS *et al.*, 2005).

São considerados **minerais alteráveis**: os argilominerais (presentes na fração argila e com dimensão menor do que 0,002 mm), com exceção da clorita vermiculita com hidróxi-Al nas entre camadas e feldspatos, feldspatoides, minerais ferromagnesianos, vidros vulcânicos, zeólitos, apatitas, micas e muscovita (na fração silte e areia, com dimensão entre 0,002 mm e 2 mm).

Os **materiais sulfídricos** são mais um atributo diagnóstico. Eles são compostos de enxofre oxidável, ocorrem em solos minerais ou orgânicos, em ambientes hidromórficos, com restrições para agricultura devido à toxicidade para plantas. Em ambientes naturais, apresentam pH acima de 3,5, porém, a intervenção antrópica nessas locais, como a drenagem ou a exposição às condições aeróbicas, oxidará os sulfetos e formará ácido sulfúrico, reduzindo os valores do pH abaixo de 3,5 (EMBRAPA, 2006). São associados a ambientes de drenagem restrita e muito ácidos, e, além da toxicidade para plantas, pela presença de alumínio, ocasionam estresse fisiológico pelas deficiências nutricionais, principalmente de fósforo (SOUZA JÚNIOR; RIBEIRO; OLIVEIRA, 2001).

Temos também o **caráter** éutrico e **caráter** ácrico como atributos diagnósticos do solo. O primeiro, segundo o IBGE (2015), distingue solos

que apresentam pH em água igual ou maior a 5,7, e a soma de bases (SB) ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^{+} + \text{Na}^{+}$ ) maior ou igual a  $2,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , sendo considerados solos de alta fertilidade. O segundo é definido pela mesma soma de bases do caráter êutrico, acrescida do alumínio extraível ( $\text{Al}^{3+}$ ) por cloreto de potássio (KCl) em quantidade  $\geq 1,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de argila, condicionado a apresentar pH em KCl  $1 \text{ mol L}^{-1} \geq 5,0$  ou variação do pH, resultando em um valor positivo ou nulo ( $\Delta \text{pH} = \text{pH KCl} - \text{pH H}_2\text{O}$ ).

O caráter ácido condiz a solos com extremo intemperismo, alta fragilidade ambiental e baixo potencial agrícola. Oliveira (2003) afirma que esse tipo de solo está associado à alta friabilidade (facilidade de ruptura do torrão ligeiramente úmido, quando comprimido entre os dedos) e CTC (Capacidade de Troca de Cátions) reduzido, sendo necessário o fracionamento de insumos. São solos raramente utilizados na agricultura, devido a sua fragilidade, sendo destinados para a utilização em pastagens sem uso de insumos. Essa característica pode ser encontrada em solos dos estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e São Paulo.



### Exemplificando

Imagine que você tenha recebido o resultado de análise química de um solo, que apresentou potencial hidrogeniônico (pH) em água de 5,8, e o resultado dos nutrientes foi:  $\text{Ca}^{2+} = 3,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg}^{2+} = 1,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{K}^{+} = 0,04 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Na}^{+} = 0,006 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ .

Realizando a soma de bases, obtemos  $\text{SB} = 4,15 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , ou seja, esse valor representa a soma das bases para cada decâmetro cúbico de solo do local.

Analisando as informações e o SB, podemos dizer que o solo apresenta caráter êutrico, com alta fertilidade (desde que não apresente certos aspectos/condições que abordaremos posteriormente).

O CTC consiste na capacidade de o solo fornecer minerais para os vegetais por meio de cargas negativas (na fração argila) que possibilitam a retenção de cátions, como cálcio, magnésio, potássio, dentre outros. Vale ressaltar que o sódio, apesar de não ser um nutriente, compõe a metodologia utilizada para determinação da CTC. Dessa forma, abordaremos mais um atributo, a **atividade da fração argila do solo**. Segundo Santos *et al.* (2018), ele se refere à capacidade de troca de cátions (T) relativa à fração argila, sem correção para carbono, assim:

$$\text{Atividade da fração de argila } (\text{cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}) = \left( \frac{\text{Tcmol}_c \cdot \text{dm}^{-3} \times 1.000}{\text{Conteúdo de argila } (\text{g} \cdot \text{kg}^{-1})} \right)$$

ou

$$\text{Atividade da fração de argila (\%)} = \left( \frac{T \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3} \times 100}{\text{Conteúdo de argila (\%)}} \right)$$

Se o valor obtido for igual ou superior a  $27 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$  de argila, tem-se atividade alta (Ta), e valores inferiores caracterizam atividade baixa (Tb), sendo que esse critério não se aplica para solos das classes texturais areia e areia franca (IBGE, 2015). Essas informações serão importantes para que você diferencie as classes de solos utilizando aquelas obtidas no horizonte B (inclusive BA e exclusive BC) ou no horizonte C (inclusive CA), quando não existe B.

A atividade da fração de argila influencia a retenção de água dos solos e principalmente de nutrientes para as plantas, além de afetar a coesão e a adesão das partículas do solo. Isso reflete em sua consistência, influenciando o manejo, principalmente quanto ao uso de máquinas em seu preparo.



### Exemplificando

Para exemplificar a influência da atividade da fração de argila do solo em uma situação prática, podemos citar Prado (2013). Segundo o autor, solos caracterizados com argila de atividade alta (Ta) têm elevada plasticidade e são muito pegajosos, aderindo fortemente aos pneus e implementos agrícolas, o que dificulta as operações de preparo. Tais características são inversamente proporcionais em solos de argila de atividade baixa (Tb).

Por fim, é importante frisar que existe outro aspecto que interfere na disponibilidade de nutrientes para as plantas: o poder tampão do solo. Ele consiste na resistência do solo à mudança de pH, que ocorre em solos álicos devido à saturação por alumínio, exigindo elevada quantidade de calcário para neutralizar a acidez do solo e a ação tóxica do alumínio. Uma vez que é influenciado pela presença de hidrogênio e alumínio, solos com elevado teor de matéria orgânica, argila e óxidos têm maior poder tampão. Você poderá se aprofundar nesse conceito e calculá-lo quando estudar conceitos de fertilidade do solo.

Bons estudos!

### Sem medo de errar

Depois de compreender a necessidade que levou o homem a elencar os solos em classes e definir alguns atributos que os distinguem, daremos continuidade ao seu trabalho na consultoria.

Como vimos, nessa consultoria você foi alocado para atender a um produtor rural que vem apresentando suscetíveis quedas de produtividade em seu cultivo de milho. Apesar de apresentar algumas condições ambientais favoráveis ao plantio, ele relata que as informações pertinentes à classe do solo inexistem e não há rotatividade de culturas nem preparo do solo anteriormente ao plantio. Para auxiliar o produtor, você deverá responder aos seguintes questionamentos: o que são os atributos diagnósticos e como eles podem auxiliar na descrição do solo da área? Qual a influência e a importância da classificação do solo para a atividade agrícola e não agrícola? O que poderia estar influenciando a baixa produtividade? O que é necessário para um diagnóstico assertivo desse solo?

Os atributos diagnósticos, segundo o SiBCS, são características ou propriedades encontradas no solo que auxiliam no processo de identificação e classificação deste, sendo que alguns são importantes devido às correlações que apresentam com os aspectos agronômicos e por vezes não agronômicos.

O conhecimento desses atributos pode nos auxiliar a prever as características férteis do solo, uma vez que a classificação deste possibilita analisar informações que permitem inferir sobre o melhor uso da terra do local. Isso ocorre uma vez que o agrupamento realizado para classificação taxonômica do solo utiliza suas características químicas, físicas e biológicas. Dessa forma, são essas características que possibilitarão a classificação do solo dentro de uma das classes do SiBCS.

Ainda, essa distinção em classes auxilia no âmbito de quais locais apresentam melhores características agrícolas. Por exemplo, locais que apresentam solos com elevada concentração de sais podem não ser adequados para fins agrícolas, uma vez que a maioria dos vegetais de interesse agronômico apresenta limitações em seu crescimento em locais com essas características.

Levando em consideração que as condições para plantio são adequadas e que inexistem informações referentes ao solo e técnicas de manejo assertivas, a diminuição na produtividade está diretamente relacionada com as condições do solo local, sendo necessário verificar quais as suas limitações em relação às necessidades fisiológicas da cultura que se pretende implantar.

Lembre-se de que, para essa problematização, consideramos que as condições se apresentavam adequadas e que a possível causa dos problemas seriam as condições do solo nunca levantadas, uma vez que este pode apresentar déficit nutricional pela ausência de técnicas conservacionistas.

Dessa forma, diversos fatores referentes ao solo podem estar influenciando a produtividade do milho no local, sendo que o conhecimento dos

atributos possibilita inferir as condições do solo, além da necessidade de adequações para agricultura. Sabe-se que as culturas apresentam necessidades nutricionais, assim como sensibilidade a fatores de estresse como salinidade, manejo inadequado ou escassez hídrica.

Uma vez que os fatores ambientais são adequados, o ideal é realizar a análise físico-química do solo a fim de identificá-lo e de verificar se ele é adequado para o plantio. Partindo do pressuposto que já tem sido utilizado para agricultura, a classificação permitirá inferir as necessidades de manejo e preparo adequadas.

## Avançando na prática

# Análise química de um solo para plantio

### Descrição da situação-problema

Você, engenheiro agrônomo, foi contratado por um agricultor que pretende adquirir uma propriedade rural para plantio. Ele informa que existem duas propriedades à venda e que, antes de realizar a compra, solicitou uma análise do solo de ambas. Ao receber as análises e sem saber como interpretar os resultados, o produtor rural entrega o documento a você e pede que avalie as condições dos locais.

Realizando a análise, você verificou que a primeira propriedade apresenta valor do potencial hidrogeniônico (pH) em água de 3,7 e os resultados dos nutrientes foram  $\text{Ca}^{2+} = 0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg}^{2+} = 0,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{K}^+ = 0,46 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Na}^+ = 0,01 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e  $\text{Al}^{3+} = 0,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ .

Já a segunda propriedade apresenta pH em água de 5,8 e  $\text{Ca}^{2+} = 6,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg}^{2+} = 2,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{K}^+ = 0,08 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Na}^+ = 0,01 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e  $\text{Al}^{3+} = 0,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ .

Dessa forma, como essas informações poderão auxiliá-lo na orientação do solo para o agricultor? É possível afirmar qual o caráter desse solo? Qual a propriedade indicada para compra?

### Resolução da situação-problema

Para iniciar a análise, devemos observar que os valores estão na mesma unidade, permitindo realizar a soma de bases a fim de definir o caráter do solo. Logo, para a primeira propriedade temos:  $0,5 + 0,4 + 0,46 + 0,01 = 1,37 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Uma vez que o valor da soma de bases do solo e alumínio extraível foi inferior a  $\geq 1,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e o pH

em água, menor do que 5,0, podemos afirmar que o local apresenta um solo com caráter ácido.

Essa condição perfaz solos com extremo intemperismo, alta friabilidade, dificuldades para preparo de terreno para plantio e CTC (Capacidade de Troca de Cátions) reduzido. São solos raramente utilizados na agricultura devido à sua fragilidade, sendo destinados para utilização em pastagens sem uso de insumos. Para utilização em plantio, seria necessário intenso preparo, uma vez que o CTC baixo influencia negativamente a capacidade do solo de fornecer minerais para os vegetais. Essa condição ocorre, em geral, em solos mais velhos (com desenvolvimento avançado) e com valores nutricionais baixos (solos pobres). Porém, a condição de baixa fertilidade por si só pode ser sanada por meio de aplicações adequadas de corretivos e fertilizantes, condicionando a utilização para plantio.

Na segunda propriedade temos:  $6,0 + 2,2 + 0,08 + 0,01 = 8,29 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Como a SB foi  $\leq 2,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e o pH maior ou igual a 2,0, podemos afirmar que o local tem um solo com caráter eutrício, condicionando a solos férteis.

Ressalta-se que, a priori, considerando apenas os caracteres ácido e eutrício, a segunda propriedade seria a mais indicada para aquisição. Porém, para uma correta avaliação do solo quanto à sua aptidão, deve-se utilizar outras informações que serão estudadas no decorrer da disciplina, como saturação por bases, CTC total, dentre outras.

## Faça valer a pena

**1.** O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) consiste em um estudo conjunto de várias instituições e pesquisadores, coordenados pela Embrapa, com o intuito de facilitar o entendimento do solo por meio da organização das informações de propriedades físicas, químicas, mineralógicas e características morfológicas dentro de categorias taxonômicas.

Algumas características ou propriedades observadas no perfil do solo, definidas pelo SiBCS, como atributos diagnósticos, podem influenciar as atividades agropecuárias.

Analisando o texto apresentado, quando observamos um solo com fração de argila de alta atividade (Ta), podemos inferir que este se apresentará:

- Mais plástico e mais pegajoso.
- Com menor influência na consistência do solo.
- Muito bem drenado.
- Com menor aderência a superfícies.
- Com maior facilidade de mecanização.

**2.** Durante o processo de análise de um perfil de solo com intuito de se realizar a sua classificação dentro do SiBCS, são detalhadas as propriedades mineralógicas, morfológicas e físico-químicas. Muitas dessas informações são caracterizadas como atributos diagnósticos, que, por sua vez, são importantes devido às correlações que apresentam com os aspectos agronômicos.

Em relação aos solos que apresentam caráter ácrico, assinale a alternativa correta:

- a) Apresentam alta friabilidade e elevada CTC.
- b) Têm baixa friabilidade e baixíssima CTC.
- c) São solos exclusivamente aptos para agricultura, com fertilidade natural.
- d) Apresentam alta friabilidade e CTC reduzido.
- e) São solos aptos a cultivos, pela elevada fração de areia.

**3.** A base da classificação dos solos vem da simples necessidade do homem de dar nomes a tudo o que conhece e da inevitabilidade de organizar esses conhecimentos. Porém, para que possamos realizar o procedimento de classificação de um solo, devemos seguir os critérios definidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). A classificação de um solo envolve, inicialmente, a identificação de suas características gerais e do ambiente onde este se localiza, a identificação dos horizontes diagnósticos superficial e subsuperficial e de outros atributos diagnósticos que possam auxiliar na classificação final por meio do emprego da chave taxonômica. A respeito dos atributos diagnósticos, analise as afirmativas a seguir:

- I. Os solos que apresentam materiais sulfídricos estão associados a ambientes de drenagem restrita (mal a muito mal drenados), além de serem muito ácidos.
- II. Os solos que apresentam caráter éutrico têm pH em água  $\geq 5,7$  e soma de bases  $\geq 2,0 \text{ cmolc/dm}^3$ .
- III. Os solos que apresentam caráter ácrico estão associados à alta friabilidade e consequentemente ao fácil preparo de terreno para plantio.

Em relação à classificação dos solos, assinale a alternativa correta:

- a) Apenas a assertiva I está correta.
- b) Apenas a assertiva II está correta.
- c) Apenas a assertiva III está correta.
- d) As assertivas I, II e III estão corretas.
- e) Apenas as assertivas I e II estão corretas.

## Principais atributos diagnósticos dos solos

### Diálogo aberto

Caro aluno, nesta seção apresentaremos mais alguns atributos e características do solo que poderão auxiliá-lo em sua atuação profissional, ajudando-o na tomada de decisão quanto ao melhor uso da terra em determinado local.

Retomemos nossa problemática, na qual você é um engenheiro agrônomo que atua em uma consultoria agrícola, prestadora de serviços a instituições públicas e privadas, cooperativas e produtores rurais, realizando levantamento e orientações para uso da terra.

Juntamente com alguns estudantes de Agronomia, você chega na segunda propriedade a qual foi designado para verificar as condições do solo local, visto que o produtor relatou que os espécimes da cultivar utilizada não vêm se desenvolvendo adequadamente.

A propriedade em questão está localizada na região norte de Minas Gerais e tem sistema de irrigação por gotejamento, uma vez que o local apresenta elevadas temperaturas e altos índices de evaporação. Para auxiliá-lo, o produtor apresenta os relatórios das análises do solo realizadas por laboratório especializado, nos quais é possível observar que os valores de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$  são, respectivamente: 2,5; 1,6; 0,2; 1,3; 1,8 e 0 (todos na unidade  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ).

Enquanto realizava a interpretação da análise do solo no local, você notou que um dos estudantes informou erroneamente ao produtor que o solo era eutrófico, ou seja, que apresentava fertilidade agrícola. Levando em consideração essa afirmação, o produtor ressaltou que não havia identificado o que poderia estar ocasionando problemas no local. Mas você consegue diagnosticar que existe um fator primordial causando a disfunção na cultura e que o solo não é fértil. Tendo como base a interpretação realizada, você informa ao agricultor e ao estudante que esses dados podem auxiliar na avaliação do solo, podendo explicar o que está ocorrendo na propriedade. Nesse momento, ambos questionam: como esses dados podem auxiliar na verificação do problema de desenvolvimento vegetal do local? Como é possível inferir que o solo é fértil? Se o solo apresenta fertilidade, por que o produtor vem tendo dificuldades no desenvolvimento dos vegetais?

Por meio dos conteúdos estudados nesta seção, como a saturação por bases e os diferentes caracteres do solo, você será capaz de solucionar o

problema do agricultor. Então, vamos juntos resolver mais esse desafio?

Bons estudos!

## Não pode faltar

Continuaremos agora os nossos estudos relacionados à classificação do solo. Anteriormente, estudamos como surgiu o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SiBCS), a importância dessa ferramenta para o uso agrícola, bem como os conceitos que o norteiam, utilizando alguns atributos diagnósticos.

A fim de prosseguirmos nossos estudos, continuaremos vendo os conceitos e atributos diagnósticos utilizados pelo **SiCBS**.

Para uma melhor compreensão dos atributos diagnósticos dos solos e sua relação com as atividades agropecuárias, é importante conhecermos o conceito de **saturação por bases (V%)**. Você se recorda que, anteriormente, vimos um exemplo de como é realizada a soma de bases (SB) de um solo? A **saturação por bases** consiste na proporção de cátions básicos trocáveis ( $SB = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Na^+$ ) em relação à capacidade total de troca catiônica do solo, ( $T = SB + H^+ + Al^{3+}$ ), expressa pela equação:

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

Podemos considerá-la uma das mais importantes propriedades do solo, pois valores de V% iguais ou maiores do que 50 correspondem a solos férteis (eutróficos), e valores de V% inferiores a 50 correspondem a locais de baixa fertilidade (distróficos).

O valor obtido ainda pode ser um indicativo do grau de lixiviação (lavagem) dos solos, sendo que, quanto maior a lixiviação, menor será o valor da saturação por bases trocáveis. Ressalta-se que devem ser observados outros fatores, uma vez que existem casos em que o solo apresenta CTC (Capacidade de Troca de Cátions) média e alta com baixa saturação. Segundo Raij *et al.* (2001) a lixiviação ocorre em solos bem drenados e com menor CTC, apresentando perdas elevadas de potássio por ter baixa adsorção no solo.



### Assimile

A capacidade total de troca catiônica do solo consiste na soma das bases trocáveis com a acidez extraível, também conhecida como trocável, caracterizada pela presença de cátions de hidrogênio e alumínio

( $H^+ + Al^{3+}$ ), considerando um solo com pH 7,0 (CLAESSEN, 1997; DONAGEMMA *et al.*, 2011; TEIXEIRA *et al.*, 2017; SANTOS *et al.*, 2018).

No decorrer dos nossos estudos relacionadas à classificação dos solos, você notará que a saturação por bases é uma das características fundamentais na distinção dos solos, uma vez que é um dos parâmetros utilizados para a identificação do caráter do solo e quantificação de calcário a ser aplicado na sua correção.

A correção com calcário, denominada calagem, tem como objetivo corrigir a acidez do solo e fornecer suprimento de cálcio e magnésio para as plantas. Sua quantificação é realizada por meio da análise do pH e da acidez potencial ( $H^+$  e  $Al^{3+}$ ). Nos estados de São Paulo e Paraná, a saturação por bases é utilizada como parâmetro para verificar a necessidade de calagem, dividindo a CTC por 10 ( $mol_c dm^{-3}$ ) ou 100 ( $cmol_c dm^{-3}$ ) e multiplicando pelo produto da subtração da saturação desejada pela saturação encontrada no solo.

Antes de continuarmos, é importante destacar que, para realizar os cálculos da SB, T e V%, as unidades dos elementos devem ser iguais. Bases são apresentadas em  $cmol_c dm^{-3}$  (centimol de carga por decímetro cúbico) e, caso necessário, deve-se converter todos para a mesma unidade.



### Exemplificando

Como mencionado, observe que a unidade de medida utilizada é  $cmol_c dm^{-3}$ . Em alguns casos a análise de solo pode apresentar valores em  $mg dm^{-3}$  (miligramas por decímetro cúbico), sendo necessária a conversão para  $cmol_c dm^{-3}$ . Confira o exemplo a seguir (Figura 1.3):

Figura 1.3 | Um centimol de carga de cálcio



Fonte: elaborada pelo autor.

Na figura, temos um centimol de carga do cálcio (o valor “2+” corresponde à camada de valência). O seu valor é dado por: Massa Atômica/Valência/100. A massa atômica corresponde ao valor atômico disponível na tabela periódica; a valência é a distribuição de átomos na camada de valência, dividida por cem (representando o valor de carga da centésima parte de um mol). Dessa forma, temos:  $40 / 2 / 100 = 0,2 g$ , ou seja,  $1cmol_c Ca^{2+}$  a 0,2 g ou 200 mg.

Em geral, potássio (K) e sódio (Na) vem descritos em  $mg.dm^{-3}$ . Para facilitar, basta dividir os valores por 391 e 230, respectivamente.

No entanto, existem situações em que o V% não deve ser utilizado como parâmetro relacionado à fertilidade do solo. Um exemplo é quando o solo apresenta elevada saturação por bases, porém tem alto teor de sódio e/ou sais solúveis. Uma vez que o sódio em excesso é elemento nocivo à maioria das espécies cultivadas e acarreta condições físicas desfavoráveis nos solos, torna-se um limitante no desenvolvimento vegetal. Outros casos são os solos altamente intemperizados (com saldo de cargas elétricas positivas) e solos com textura “areia” e “areia franca” (IBGE, 2007; IBGE, 2015).

Anteriormente, mencionamos que a saturação por bases é um critério para a identificação de alguns caracteres do solo. A seguir, estudaremos alguns deles.

Quando temos um solo dessaturado e com teor de alumínio extraível maior ou igual a  $4 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  (atualmente os laboratórios apresentam expresso em  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), além de saturação por alumínio maior ou igual a 50% e/ou saturação por bases menor do que 50%, temos um caráter aluminico (SANTOS *et al.*, 2018). É importante frisar que a distinção de solo, por meio desse critério, é válida quando presente em horizonte B ou em horizonte C (na ausência de B). O cálculo pode ser realizado conforme equação a seguir:

$$\text{Saturação por alumínio} = \frac{100 \times Al^{+3}}{SB + Al^{+3}}$$

Os solos que apresentam caráter aluminico têm grande probabilidade de serem ácidos, além de apresentarem elevada disponibilidade de alumínio trocável, o que pode promover limitações ao desenvolvimento das plantas. Esse mesmo é utilizado para distinguir o 3º nível categórico de diversas classes de solo do SiBCS, conforme sua variação.



### Assimile

Quando o solo apresentava as características de caráter aluminico, porém com atividade argila maior ou igual a  $20 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , era classificado como de **caráter alítico**. O primeiro deixou de ser utilizado, enquanto o segundo incorpora prefixos no 5º nível categórico, assunto que abordaremos posteriormente.

Outro exemplo em que a saturação por bases alta (acima de %50) não é indicativa de solos férteis são os casos em que ocorre simultaneamente **caráter sódico, solódico e/ou sálico ou salino**, pelo fato de os altos teores de sódio ou sais solúveis serem prejudiciais ao desenvolvimento vegetal.

Vejamos agora como são definidos esses caracteres do solo. No caso dos dois primeiros, utiliza-se a **saturação por sódio**, a porcentagem da concentração de  $Na^+$  pela capacidade de troca de cátions. Já os solos sálcos e salinos são caracterizados pela condutividade elétrica ( $dS m^{-1}$  – decisiemens por metro) da solução do solo na camada que apresenta sais solúveis em água. Quando a condutividade elétrica for igual ou maior do que  $7 dS m^{-1}$ , em qualquer período do ano, teremos o solo com caráter sálco. Se os valores forem maiores do que 4 e menores do que  $7 dS m^{-1}$ , ocorre caráter salino.

O cálculo da saturação por sódio pode ser realizado por meio da equação a seguir:

$$\%Na = \frac{Na^+}{T} \times 100$$

Caracterizam solos de **caráter sódico**, que apresentam saturação por sódio (%Na) maior ou igual a 15%. Já o **caráter solódico** ocorre se os valores de %Na forem maiores do que 6% e menores do que 15%. Apresentam-se em solos alcalinos, comuns em regiões semiáridas do Nordeste brasileiro devido à baixa precipitação para auxiliar na lixiviação. Em decorrência da presença de  $Na^+$  trocável em excesso, ocasionam inibição da absorção de cálcio e magnésio nos vegetais. Ainda, podem ocorrer em regiões litorâneas, porém são pouco representativos no Brasil. No geral, estima-se que em todo o território nacional, 2% dos solos apresentem problemas de salinidade (MANZATTO; FREITAS JR.; PERES, 2002).

Segundo Santos *et al.* (2018), o **caráter sálco** e o **caráter salino** consistem na presença de sais mais solúveis em água fria do que o sulfato de cálcio ( $CaSO_4$ ). Eles são indicadores de toxicidade para a maioria das culturas, uma vez que a salinidade elevada influencia o potencial osmótico, inibindo a absorção de água pelas plantas e favorecendo a sua perda para o solo, além de promover a acumulação de íons tóxicos.

O sódio é um bom condutor de eletricidade e, quando a %Na for maior do que 6%, prioriza-se a análise da condutividade elétrica (CE). Ressaltando novamente: se o valor de CE obtido for maior do que  $4 dS m^{-1}$  e menor do que  $7 dS m^{-1}$ , teremos presente no solo o caráter salino; e valores acima de  $7 dS m^{-1}$  configuram solos com caráter sálco. Porém, somente a condutividade elétrica não é suficiente para determinar a presença ou não dos caracteres sálco e salino, sendo necessário a análise dos sais solúveis presentes, pois em alguns casos a CE pode apresentar valores entre  $4,0$  e  $3,5 dS m^{-1}$ , como já constatado (IBGE, 2015).



## Refleta

Você percebe a influência das condições de salinidade do solo para o desenvolvimento das culturas agrícolas?

Outro sal que pode ser utilizado para definição de caracteres do solo é o carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Segundo Santos *et al.* (2018), teores de  $\text{CaCO}_3$  acima de  $150 \text{ g kg}^{-1}$ , apresentados em qualquer forma de segregação, caracterizam o **caráter carbonático**. Porém, se esses valores de  $\text{CaCO}_3$  estiverem entre  $50 \text{ g kg}^{-1}$  e  $150 \text{ g kg}^{-1}$  podemos identificar o **caráter hipocarbonático**, anteriormente conhecido como **caráter com carbonato**.

Em relação ao hipocarbonático, ele é um caráter de solos que não têm o horizonte cálcico (tema a ser abordado posteriormente), porém apresentam horizonte com relativa concentração de carbonato de cálcio. Ambos os caracteres (carbonático ou hipocarbonático) permitem inferir solos que apresentam indisponibilidade de micronutrientes.

Existem ainda atributos diagnósticos que podem auxiliar na classificação de horizontes, que por sua vez permitem a diferenciação de classes de solos em níveis inferiores. Dentre eles, a **relação silte/argila**, que consiste na relação entre o teor de silte e argila total, obtido por análise granulométrica, expresso em porcentagem (multiplicando por 100) ou  $\text{g kg}^{-1}$ . Esse é um atributo utilizado como indicador de intemperismo presente em solos de região tropical e também empregado para diferenciar horizontes B latossólico (Bw) de B incipiente (Bi) quando apresentam semelhanças morfológicas, tema que abordaremos detalhadamente em momento oportuno.

Para os dados serem representativos, devemos atentar a textura do solo. Se este tiver textura média e o Rsa for menor do que 0,7, ou textura argilosa ou muito argilosa e Rsa menor do que 0,6, teremos indicativos de intemperismo mais acentuado (solos velhos). Esse aspecto está associado a solos quimicamente muito pobres, profundos e muito desenvolvidos. Segundo Van Wambeke (1962), solos que apresentam Rsa abaixo de 0,15 são considerados muito intemperizados, sendo essa relação utilizada para separar solos com elevado intemperismo de solos mais jovens, premissa empregada atualmente pelo SiBCS para separação de cambissolos e latossolos.

Se os valores de Rsa forem elevados, teremos solos pouco intemperizados, constituídos de elevada concentração de silte em relação à quantidade de argila. Essa condição somente é válida em relação ao material de origem, sendo inadequada quando se trata de material de natureza sedimentar (IBGE, 2015).



### Refleta

Observe que solos com relação silte/argila baixa apresentam-se profundos e bem desenvolvidos. A maior parte dos solos presente no território brasileiro tem essa condição. Dessa forma, você acha que há implicações a respeito do uso agrícola relacionadas a essa condição?

Os conceitos de eluviação e iluviação são importantes para abordarmos outro atributo relacionado às características e propriedades físicas do solo presente no SiBCS: a mudança textural abrupta (Figura 1.4).



### Assimile

O processo conhecido como **eluviação** consiste na perda de materiais (como argilas, sexquióxidos, carbonatos etc.) dentro da porção do perfil do solo, ou seja, ele continua presente no perfil, ocorrendo apenas a mudança de horizonte. Dessa forma, o horizonte que recebe esse material “translocado” apresenta o processo denominado **iluviação**.

De acordo com Santos *et al.* (2018), a mudança textural abrupta consiste no aumento do teor de argila dentro de uma distância vertical na zona de transição de no máximo 7,5 cm. Essa condição ocorre pela eluviação da argila dos horizontes A ou E, e também pela sua iluviação no horizonte B. Os mesmos autores apresentam algumas premissas para a caracterização desse aspecto, que são:

- Deve existir o horizonte B.
- Se o último horizonte A ou E for constituído de  $200 \text{ g kg}^{-1}$  ou mais de argila (20%), o horizonte B subsequente deve apresentar, dentro da zona de transição, valor maior ou igual a  $200 \text{ g kg}^{-1}$  (20%). No item *Exemplificando* você verá um exemplo dessa situação.
- Se o último horizonte A ou E for construído de menos de  $200 \text{ g kg}^{-1}$  de argila (20%), o horizonte B subsequente deve apresentar, dentro da zona de transição, pelo menos o dobro do conteúdo de ambos os horizontes.

Figura 1.4 | Exemplo de transição textural abrupta



Fonte: Guilherme *et al.* (2016, p. 821).



### Exemplificando

Se um solo apresenta  $150 \text{ g kg}^{-1}$  de argila no horizonte E, dentro da zona de transição de 7,5 cm, deverá apresentar ao menos  $300 \text{ g kg}^{-1}$  de argila. Caso o solo apresente  $370 \text{ g kg}^{-1}$  de argila no horizonte A, dentro da zona de transição de 7,5 cm, deverá apresentar ao menos  $570 \text{ g kg}^{-1}$  de argila.

Outra característica do solo resultante do processo de iluviação de argilas e/ou intemperização de alguns minerais com formação de argilas é a **cerosidade** (Figura 1.5). Esse atributo pode ser visualizado em campo a olho nu ou com auxílio de lupa, e consiste em uma película de argila acumulada na superfície dos agregados do solo, com aspecto lustroso e brilho fosco (superfícies brilhantes), similar à cera derretida, revestindo unidades estruturais (agregados), partículas primárias ou preenchendo poros (SANTOS *et al.*, 2018; IBGE, 2015).

Figura 1.5 | Exemplo de cerosidade em uma amostra de solo



Fonte: Pes e Arenhardt (2015, p. 44).

A cerosidade varia em relação ao grau de desenvolvimento, podendo ser classificada como fraca, moderada ou forte; e quanto à quantidade, classificada como pouca, comum, abundante. Esse grau de desenvolvimento é definido mediante a análise do contraste e da nitidez, conforme indicado a seguir (IBGE, 2015):

Fraca: quando a cerosidade apresenta pouca nitidez e contraste em relação à cor da matriz do solo, sendo necessário a análise com o auxílio de lupa.

Moderada: quando a cerosidade é perceptível, tendo um bom contraste em relação à matriz do solo, não necessitando do auxílio da lupa.

Forte: quando a cerosidade apresenta elevado contraste e nitidez, como observado na Figura 1.5. É uma das características em horizonte B nítico dos Nitossolos.

Em relação à quantidade, temos:

Pouca: ocorrência de cerosidade inexpressiva quando comparada à proporção de elementos ou agregados estruturais recobertos por cerosidade e elementos não recobertos.

Comum: proporção equivalente de cerosidade entre os elementos.

Abundante: proporção elevada de cerosidade nos elementos recobertos em relação aos não recobertos.

Em descrições do solo a cerosidade é comumente citada pela quantidade e grau de desenvolvimento, respectivamente. Se o grau variar dentro do mesmo horizonte, cita-se ambos (por exemplo: cerosidade fraca e moderada, comum). Sua importância consiste na influência ocasionada na permeabilidade do solo.

A cerosidade é fundamental para qualificação taxonômica das classes dos solos por não ocorrer na maioria das classes do SiBCS, sendo utilizada na identificação de Nitossolos, na definição dos horizontes B textural e B nítico, e na distinção entre estes e outros horizontes diagnósticos (IBGE, 2015; PES, ARENHARDT, 2015; SANTOS *et al.*, 2018).

Além disso, a presença de cerosidade no solo demonstra a ocorrência de iluviação de argila, condição que pode também determinar a presença do **caráter argilúvico**. Ocorre quando a relação textural (RT) dada pela concentração de argila no horizonte B, A ou E for maior ou igual a 1,4, e/ou iluviação de argila visualmente constatada por cerosidade moderada ou forte. A RT pode ser expressa pela equação:

$$RT = \frac{\text{teor de argila Horizonte B}}{\text{teor de argila do Horizonte A ou E}}$$

A RT, de acordo com Santos *et al.* (2018), deve atender às seguintes premissas:

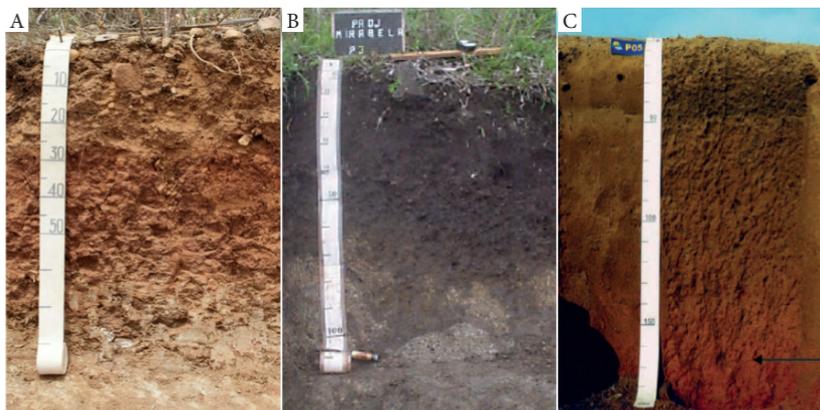
- Se o horizonte A for inferior a 15 cm de espessura, deve-se considerar espessura máxima de 30 cm a partir do topo do horizonte B.
- Se o horizonte A for igual ou maior do que 15 cm, a espessura do topo do horizonte B deverá ser o dobro de A para cálculo da média de argila no B.
- Em ambos os casos, inclui-se o horizonte BA e exclui-se o BC.

Mas qual a influência agrícola dessa condição? O caráter argilúvico pode incidir em menor infiltração de água no horizonte B com maior concentração de argila, reduzindo a condutividade hidráulica em profundidade. Consequentemente, ocorre aumento do fluxo lateral de água, auxiliando na suscetibilidade desses solos aos processos erosivos.

Por fim, uma das propriedades do solo de fácil identificação em campo é a sua cor, que também é utilizada para determinar alguns atributos diagnósticos, como: o **caráter crômico**, **caráter ebânico** e o **caráter rúbrico** (Figura 1.6) (SANTOS *et al.*, 2018; IBGE, 2015).

O **caráter crômico** é observado quando o solo úmido apresenta cores mais intensas na maior parte do horizonte B. O **caráter ebânico** ocorre em solos de coloração escura, devido à alta concentração de matéria orgânica na maior parte do horizonte diagnóstico subsuperficial. O **caráter rúbrico** é utilizado para identificar avermelhamento em profundidade do perfil do solo.

Figura 1.6 | Solos com caráter (a) crômico; (b) ebânico; e (c) rúbrico



Fonte: (a): Tony Jarbas F. Cunha (2010). Embrapa. Disponível em: [www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma\\_caatinga/arvore/CONT000g5twggzh02wx5ok01edq5scvvo0oy.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/CONT000g5twggzh02wx5ok01edq5scvvo0oy.html). Acesso em: 6 dez. 2018; (b) e (c): IBGE (2015, p. 206 e 209).

As cores são definidas de acordo com a Carta de Munsell, baseada no sistemas de cores de Munsell, que varia em matiz (cor principal), valor (tonalidade) e croma (intensidade).

Tabela 1.2 | Tabela de classificação dos caracteres crômico, ebânico e rúbico, de acordo com a Carta de Munsell

Caráter	Matiz	Valor	Croma
<b>Crômico</b>	5YR ou mais vermelho	<3	≤ 4
<b>Crômico</b>	Mais amarelo do que 5YR até 10YR	≤ 4	≤ 4
<b>Crômico</b>	Mais amarelo do que 5YR até 5Y	≤ 5	<4
<b>Ebânico</b>	7,5YR ou mais amarelo	<4 ou <6 (seco)	<3
<b>Ebânico</b>	Mais vermelho do que 7,5YR	Preto ou cinzento muito escuro ou <5 (seco)	-
<b>Rúbico</b>	Mais vermelho do que 5YR	≤ 4	≤ "Valor" - 1

Fonte: adaptada de Santos *et al.* (2018).

Chegamos ao fim de mais uma parte dos estudos relacionados à classificação dos solos. Não deixe de tirar as dúvidas com o professor em sala de aula e de aprofundar o seu conhecimento sobre o tema, que ser muito importante em sua atuação.

## Sem medo de errar

Prezado aluno, chegou o momento de aplicar os conceitos aprendidos na resolução da problemática apresentada no início desta seção.

Como vimos, você é engenheiro agrônomo que atua em uma empresa de consultoria agrícola. Nesta seção, foi designado a ajudar um produtor do norte de Minas Gerais a verificar por que a sua cultura (soja) não vem se desenvolvendo adequadamente, apesar de ser irrigada.

Primeiramente, você informa ao produtor e aos estagiários que o resultado da análise do solo disponibilizada forneceu as seguintes concentrações de compostos químicos: 2,5 Ca<sup>2+</sup>; 1,6 Mg<sup>2+</sup>; 0,2 K<sup>+</sup>; 1,3 Na<sup>+</sup>; 1,8 H<sup>+</sup> e 0 Al<sup>3+</sup> (todos em cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>). Com esses dados, associados ao pH, matéria orgânica e fósforo, seria possível verificar se o solo é eutrófico (fértil) ou distrófico (infértil), bem como analisar a disponibilidade de nutrientes essenciais para o crescimento vegetal.

Para isso, primeiro realiza-se a soma das bases trocáveis do solo, dada por  $SB = 2,5 + 1,6 + 0,2 + 1,3$ . Realizando a somatória, obtém-se o valor de  $SB = 5,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ .

Na sequência, verifica-se a capacidade total de troca catiônica, sendo  $T = 5,5 + 1,8 + 0$ . Com isso, o valor de  $T = 7,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . O resultado permite calcular a saturação por base (V%) do solo:

$$V\% = \frac{(5,5 \times 100)}{7,3} = 75,3\%$$

Como o valor obtido foi acima de 50%, teoricamente poderia ocorrer a interpretação equivocada de um solo fértil, por apresentar uma das condições do caráter eutrófico. Porém, observa-se que a concentração de sais no local é elevada e, quando se realiza a saturação por sódio (Na %), temos:

$$\%Na = \frac{1,3 \times 100}{7,3} = 17,8\%$$

Como não foram analisados os dados referentes ao pH, matéria orgânica e fósforo, não é possível inferir se o solo é eutrófico ou distrófico, porém, é possível concluir que o solo apresenta caráter sódico, que limita o desenvolvimento vegetal. Mesmo que a saturação por bases apresente valores acima de 50%, não é indicativa de solos férteis devido ao caráter sódico do local, que corresponde a locais com altos teores de sódio ou sais solúveis prejudiciais ao desenvolvimento vegetal. Essa condição é comum em regiões semiáridas do Brasil e na região do sul do Pantanal e, em decorrência da presença de  $\text{Na}^+$  trocável em excesso, além de elevar o pH da solução do solo, ocasionam inibição da absorção de cálcio e magnésio dos vegetais.

Apesar do processo de irrigação, a evaporação elevada faz com que até mesmo os sais presentes na água aumentem a sua concentração superficial no solo, agravando o problema por consequência de fatores antrópicos.

Esperamos que você tenha conseguido resolver mais esse desafio! Até a próxima!

## Avançando na prática

# Processos erosivos

## Descrição da situação-problema

Você faz parte de uma equipe técnica contratada pela prefeitura de um município para auxiliar no processo de análise de uma área rural. Essa área apresenta características adequadas para cultivo de espécies do bioma cerrado, porém com relevo ondulado, onde almeja-se realizar o plantio de espécies nativas desse bioma para recuperação de áreas degradadas.

O prefeito afirma que já havia tentado realizar esse plantio, porém, apesar de obter sucesso, notou que estavam aparecendo “buracos” no local e que o solo parecia muito frágil.

Inicialmente, você realiza a abertura de uma trincheira para analisar as características morfológicas desse solo e nota que o horizonte B apresenta cerosidade forte e abundante. O prefeito ouve você comentar essa questão com um dos membros da equipe, e faz as seguintes perguntas: o que é cerosidade? Como isso pode influenciar o solo? Ela ocorre em todas as profundidades do solo? É por isso que ele é frágil?

Vamos ajudar o prefeito?

### **Resolução da situação-problema**

Primeiramente, você explica para o prefeito que a cerosidade é resultante do processo de iluviação de argilas e/ou intemperização de alguns minerais com formação de argilas. Esclarece que ela consistindo em uma película de argila acumulada na superfície dos agregados do solo, de aspecto lustroso e brilho fosco (superfícies brilhantes), similar à cera derretida, revestindo unidades estruturais (agregados), partículas primárias ou preenchendo poros. A cerosidade ocorre em solos argilosos e muito argilosos, criando uma barreira física à passagem da água.

Como foi possível observar cerosidade forte e abundante no horizonte B, conclui-se que no local ocorreu processo de eluviação na camada superficial e iluviação na camada subsequente, ocasionando uma maior concentração de argila nesse horizonte.

É observada a presença de cerosidade ao longo do perfil, com menor concentração no horizonte superficial e maior no horizonte B, em consequência dos processos descritos anteriormente.

Dessa forma, você salienta que temos o caráter argilúvico, que incide em menor infiltração de água no horizonte B com maior concentração de argila, reduzindo a condutividade hidráulica em profundidade. Consequentemente, ocorre aumento do fluxo lateral de água, auxiliando na suscetibilidade desses solos aos processos erosivos, os quais seriam os responsáveis pelo aparecimento dos buracos mencionados pelo prefeito. Geralmente ocorre em locais onde o relevo é caracteriza como ondulado ou com declividades elevadas, potencializando os processos erosivos, o que justificando a fragilidade do solo local.

**1.** A caracterização da cor do solo é realizada por meio da avaliação visual em confrontação com os padrões de cores da Carta de Munsell (Munsell Soil Color Company, 1950), que classifica as cores em três elementos: a matiz (cor fundamental), o valor (tonalidade) e o croma (intensidade). A cor do solo também é utilizada para determinar alguns atributos diagnósticos.

Considerando essa premissa, qual atributo diagnóstico é definido pela presença de cores sob matiz 7,5 YR ou mais amarelo, quando úmida, observa-se valor  $< 4$  e croma  $< 3$ ; quando seco, valor  $< 6$ ?

- a) Caráter crômico.
- b) Caráter ebânico.
- c) Caráter rúbriico.
- d) Caráter melânico.
- e) Caráter hipocarbonático.

**2.** Dentre as características fundamentais para a caracterização dos solos, temos a saturação por bases (V%), uma importante ferramenta para analisar a fertilidade e a necessidade da adição de compostos químicos, visando adequá-lo para o cultivo agrícola. Um solo que apresenta uma saturação por bases baixa pode apresentar características ácidas, o que compromete o desenvolvimento das plantas, prejudica seu sistema radicular e afeta, assim, a absorção de água e nutrientes delas. Em contrapartida, solos com valor de saturação por bases elevado normalmente são considerados mais férteis por contemplarem maior quantidade de nutrientes.

Considerando o percentual de saturação por base (V%), assinale a alternativa correta:

- a) Solos que apresentam valores de saturação por base (V%) acima de 50% são considerados menos férteis por dificultarem a obtenção de nutrientes pelas plantas.
- b) O valor de saturação por bases (V%) é inversamente proporcional à fertilidade de um solo.
- c) Quando o solo apresenta valores de saturação por base superiores a 50%, é classificado como distrófico.
- d) O percentual de saturação por bases não pode ser um indicativo do grau de lixiviação do solo, visto que a saturação por bases não interfere no processo de lixiviação.
- e) O percentual de saturação por bases acima de 50% nem sempre será um indicativo de solos férteis, visto que é necessário considerar a presença de outros elementos.

**3.** De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SiBCS) (SANTOS *et al.*, 2018), em solos com movimentação de argila por meio de processos de eluviação e iluviação, poderá ocorrer uma mudança textural abrupta, que consiste em um aumento no teor de argila em uma pequena distância, ao se considerar o perfil vertical do solo, não ultrapassando o valor de 7,5 cm.

Esses solos poderão apresentar limitações ao seu uso, visto que essa condição influencia as suas características físicas, podendo ocorrer, por exemplo, uma certa dificuldade da infiltração de água no horizonte dessa transição.

A condição citada reflete-se diretamente nas características físicas do solo, promovendo limitações ao uso deles.

Assim, assinale um processo que ocorre em solos com a condição mencionada:

- a) Diminuição do fluxo lateral de água.
- b) Maior suscetibilidade dos processos erosivos.
- c) Aumento da permeabilidade do solo na subsuperfície.
- d) Diminuição do teor de argila na subsuperfície.
- e) Coloração uniforme no perfil do solo.

## Outros atributos diagnósticos dos solos

### Diálogo aberto

Caro aluno, nesta seção continuaremos nossos estudos relacionados à classificação dos solos, conhecendo os últimos caracteres do solo do SiBCS. Apesar de alguns caracteres não estarem diretamente relacionados à atividade agrícola ou à distinção de classes, são aspectos que podem contribuir para o manejo dos solos.

Para ajudá-lo a aplicar os conhecimentos a serem adquiridos em nossos estudos, lembraremos nossa ambientação: você é um engenheiro agrônomo que atua em uma consultoria agrícola, que presta serviços a instituições públicas e privadas, cooperativas e produtores rurais, realizando desde levantamentos até orientações para uso da terra.

Em outra visita a uma propriedade, você foi acionado por um produtor de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), que vem relatando problemas no desenvolvimento da cultura. Ao fazer a vistoria do local, você observa que determinadas condições, como irrigação, adubação, temperatura, dentre outras, eram adequadas para o desenvolvimento dessa cultura. Como aparentemente não havia nada de errado, o produtor informa que toda a sua produção é mecanizada e que o solo é umedecido anteriormente ao plantio do feijão. Ao andar pela propriedade, você realizou a amostragem de algumas plantas do cultivo, notando que as raízes estavam retorcidas e com desenvolvimento inadequado. Além disso, para obter um diagnóstico preciso do solo local, realizou sondagens do perfil do solo com um trado de rosca.

Posteriormente, você faz algumas perguntas ao agricultor, como: os problemas começaram no período de menor umidade? O solo, quando seco, fica muito duro? Quando úmido, o maquinário tem dificuldade para operar? Após um período de chuva, a umidade se mantém por muito tempo? Como o agricultor confirma que todos os aspectos citados ocorrem, analisando o conjunto de fatores (diagnóstico das raízes, solo e as respostas dos questionamentos), chega-se à conclusão de que o solo do local apresenta caráter coeso. Dessa forma, o agricultor questiona: o que é um caráter coeso? Como ele pode influenciar o plantio do feijão e o seu desenvolvimento? Quais os cuidados necessários ao se utilizar o local para agricultura? Quais seriam as culturas mais indicadas para esse tipo de solo?

O seu papel é instruir o agricultor. Logo, utilizando os conhecimentos que serão adquiridos nessa seção, advindos das condições do

solo e seus caracteres, que influenciam o manejo dele, resolveremos mais esse desafio.

Bons estudos!

### Não pode faltar

Agora que você já conheceu a importância da classificação dos solos e alguns dos seus atributos diagnósticos que podem auxiliar no seu uso e manejo, finalizaremos conhecendo mais alguns atributos presentes no SiBCS.

Para isso, é importante lembrarmos um conceito fundamental: a composição de um solo. Em sua definição, observa-se que ele é constituído de partes gasosas, líquidas e sólidas, formadas por materiais orgânicos e minerais. Logo, podemos dizer que um dos componentes do solo é a água. Segundo Queiroz (2015), quando ocorre total saturação por tempo elevado (restrição à drenagem e percolação da água, permanecendo a condição de encharcamento do solo), podem ocorrer alterações no solo; esse processo é denominado hidromorfismo. Tal condição será o fator preponderante para alguns caracteres do solo que abordaremos nesta seção, sendo que, segundo o mesmo autor, as condições de hidromorfismo estão presentes em 7 das 13 ordens de solos brasileiros, sendo Espodosolos, Neossolos, Vertissolos, Gleissolos, Planossolos, Organossolos e Cambissolos. Vale ressaltar que a alteração do solo é resultado da exposição em escala geológica, ou seja, milhares de anos.

É importante ressaltar que solos com hidromorfismo comumente apresentam em sua constituição a presença de plintita. Sendo a presença de plintita indicativa de drenagem imperfeita e baixa profundidade, podemos citar como exemplo os solos do pantanal, onde o hidromorfismo é, em grande parte, consequência da presença da plintita, que abordaremos no decorrer do material.



#### Refleta

A presença da água e/ou lençol freático muito próximo à superfície são aspectos que condicionam caracteres do solo utilizados na SiBCS e são indispensáveis para os processos agrícolas. Dessa forma, como o conhecimento relacionado aos caracteres vinculados ao hidromorfismo pode auxiliar no manejo e uso dos solos?

A condição de oscilação temporária do lençol freático no solo poderá ocasionar a presença de feições redoximórficas no solo, acarretando o **caráter redóxico** (Figura 1.7). Devem ocorrer na seção de controle da classe

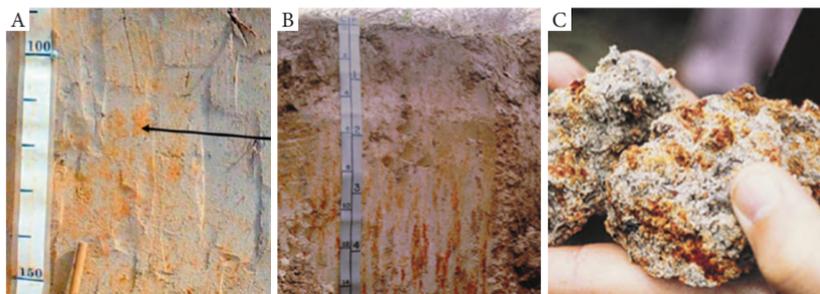
de solo (não se aplicando a horizontes mais profundos), provenientes dos processos de redução e oxidação pela saturação de água, expressa na forma de diferentes cores mosqueadas (manchas) ou variegadas (amarelo-avermelhada-cinza-avermelhada com nódulos macios e escuros de Fe e manganês), influenciadas pela intensidade do processo de oxirredução (SANTOS *et al.*, 2018; BRADY; WEIL, 2012).



### Assimile

A seção de controle consiste na profundidade em que ocorrem as características morfológicas que caracterizam os níveis dentro das classes de solo, sendo que o limite inferior definido pelo SiBCS a partir da superfície é de 200 cm, com algumas exceções para Latossolos e Espodosolos.

Figura 1.7 | (a) e (b): exemplos de caráter redóxico em solo mosqueado devido à oxirredução por drenagem ineficiente; e (c): concentração e depleção redoximórficas (cor vermelha e cinza, respectivamente)



Fonte: IBGE (2015, p. 69); Brady e Weil (2012, p. 17).

O caráter redóxico engloba o caráter epiáquico, caracterizado pela presença de feições redoximórficas em camadas próximas à superfície, acima do horizonte B ou em seu topo. Quando estudarmos os horizontes, veremos algumas peculiaridades da ocorrência desse caráter.



### Assimile

Também denominadas feições redox, as feições redoximórficas originam-se dos ciclos de redução e oxidação, ocasionando a redistribuição (segregação) de ferro e manganês no perfil do solo, responsáveis pelas cores mosqueadas e/ou variegadas (EMBRAPA, 2006).

No Brasil, no Pantanal (principalmente na parte norte), é muito frequente a presença de solos com essa condição, por conta da ocorrência de alagamento sazonal em suas áreas de planície, o que caracteriza solos limitados para cultivo, porém já tendo sido utilizados para pastagem.

Outro caráter associado à restrição de drenagem, e que pode limitar em alguns casos o uso agrícola do solo, é o **caráter plânico**. Ele consiste em um horizonte adensado de permeabilidade lenta ou muito lenta, com cores escuras (ou acinzentadas) ou mosqueadas. O adensamento e o excesso de umidade limitam a penetração e o desenvolvimento das raízes, respectivamente (SANTOS *et al.*; 2018; SANTOS; ZARONI, [s.d.]).



### Exemplificando

Solos onde ocorre intenso trânsito de maquinários agrícolas estão condicionados a um processo denominado compactação do solo, caracterizada pelo aumento de sua densidade pela diminuição da porosidade (espaços vazios). Porém, existe um exemplo de compactação não antrópica: os **solos adensados**. Nesse caso, a alta atividade de argila e estrutura composta de grandes blocos originária da gênese do solo, perfazendo estruturas colunares e prismáticas, ocasionam solos de densidade natural elevada, podendo tornar o processo de plantio oneroso e inviável.

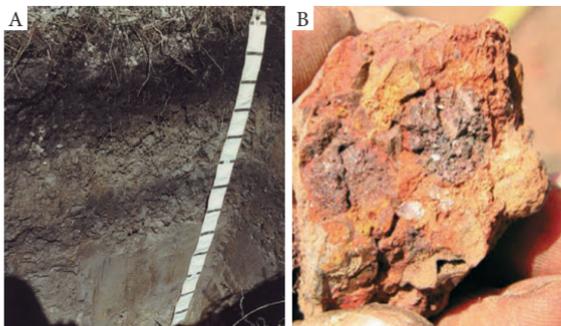
Além de causar hidromorfismo, a água pode influenciar as condições do solo de outras maneiras. Um exemplo disso ocorre quando o solo apresenta **caráter flúvico**. Essa denominação é utilizada para solos aluvionares ou provenientes de depósitos colúvio-aluvionares, ou seja, que apresentam forte deposição de sedimentos, cascalhos, areias e lamias transportados pelas águas dos rios.

No entanto, segundo Santos *et al.* (2018), esse caráter ocorre quando o solo apresenta camadas estratificadas (Figura 1.8 a), caracterizadas por variações irregulares de granulometria ou de outros atributos do solo em profundidade. Ainda, ocorre caso tenha distribuição irregular de carbono orgânico em profundidade sem influência de processos pedogenéticos.

Em suas camadas mais profundas, comumente encontra-se a presença de **plintita** (Figura 1.8 b). Essa substância é constituída de argila, segregação de altos teores de ferro e/ou alumínio (acúmulo de óxidos de ferro ou manganês) e baixo teor de carbono em condições aeradas. Sua coloração varia de mosqueados vermelhos, vermelho-amarelo, vermelho-escuro a marrom-escuro, recorrente em solos do Pantanal brasileiro (CORINGA *et al.*, 2012; COUTO; OLIVEIRA, 2010; SANTOS *et al.*, 2018). Quando ocorre

acima de 15% no perfil e tem horizonte de mais de 15 cm, tem-se o horizonte plíntico, perfazendo solos da ordem dos Plintossolos, muito comum no Pantanal Norte (SANTOS *et. al.*, 2018). Ressalta-se que pode ocorrer em qualquer solo que apresente teores de ferro suficientes para segregação, variando sua forma em laminar, nodular, esferoidal ou irregular.

Figura 1.8 | (a): caráter flúvico, caracterizado por camadas estratificadas; e (b) plintita, proveniente de segregação de ferro



Fonte: (a) IBGE (2015, p. 207); e (b) Brady e Weil (2012, p. 18).

Em ambientais com condições naturais, a plintita não endurece irreversivelmente quando submetida a um único ciclo de umedecimento e secagem. Porém, a recorrência desses ciclos—ocasiona a consolidação do material, originando as **petroplintitas**. Elas são nódulos ou concreções ferruginosas, também conhecidos em inglês como *ironstone*, concreções lateríticas, canga, tapanhoacanga, que apresentam dimensões e formas variadas. Ambas são os principais atributos que permitem a identificação de solos sujeitos a inundações e à caracterização de reações de oxidação-redução (BEIRIGO, 2013; GRIGOROWITSCHS, 2013).

Mas como isso pode auxiliar o agrônomo? A aptidão agrícola é diretamente condicionada à concentração de materiais ferruginosos no solo, uma vez que influenciam a permeabilidade (penetração das raízes), percolação e até mesmo a mecanização. O conhecimento dessas condições auxilia no manejo adequado dos solos, inferindo a melhor aplicação para ele.

A plintita não se faz presente apenas em solos com caráter flúvico. Quando encontrada em horizonte apresentando quantidades de pelo menos 5% e inferiores a 15%, denomina-se **caráter plíntico**. Em casos em que os valores encontram-se acima do limite definido, tem-se o caráter desde que a plintita esteja alocada em horizontes com espessura insuficiente para caracterizar horizonte plíntico (SANTOS *et. al.*, 2018; BEIRIGO, 2008). Pode ser encontrado em qualquer perfil de solo em regiões de relevo acidentado, indicando flutuação do lençol freático. Não afeta a profundidade do solo, porém por

ser indicativo de solos mal drenados, restringem a inserção de culturas não adaptadas devido à baixa disponibilidade de oxigênio para os vegetais (CARMO; MORAES, 2008; PEREIRA; ARAÚJO; BARDALES, 2010).

Observe que vários caracteres do solo estão relacionados (diretamente ou indiretamente) ou têm alguma referência à presença de óxidos de ferro. O **teor de óxidos de ferro do solo** ( $Fe_2O_3$ ) é utilizado para distinção de classes, e pode ser hipoférrico, mesoférrico, férrico e perférrico (Tabela 1.3).

Tabela 1.3 | Qualificação dos teores de óxidos de ferro do solo

Denominação	Condições
Hipoférrico (baixo teor de óxido de ferro)	$<80 \text{ g kg}^{-1}$
Mesoférrico (médio teor de óxido de ferro)	$>80 \text{ g kg}^{-1}$ e $<180 \text{ g kg}^{-1}$
Férrico (alto teor de óxido de ferro)*	$>180 \text{ g kg}^{-1}$ e $<360 \text{ g kg}^{-1}$
Perférrico (muito alto teor de óxido de ferro)	$\geq 360 \text{ g kg}^{-1}$

\*Em nitossolos,  $\geq 150 \text{ g kg}^{-1}$  e  $<360 \text{ g kg}^{-1}$ .

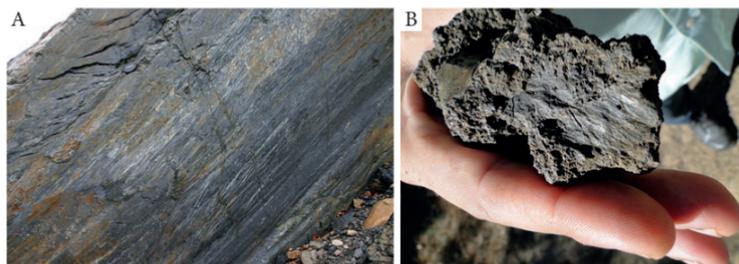
Fonte: Santos *et al.* (2018, p. 52).

O óxido de ferro tem grande representatividade no solo brasileiro, condicionando-o às cores vermelha (hematitas) e amarela (goethita), além de afetar a CTC e auxiliar na estabilidade das estruturas do solo (cimentando as partículas). Ainda, influencia a disponibilidade de um dos principais nutrientes limitantes do desenvolvimento vegetal: o fósforo. Quanto maior a quantidade de óxido de ferro, menor a disponibilidade de fósforo para as plantas, uma vez que ocorre a adsorção destes, fenômeno denominado **fixação de fósforo** (retenção no solo) (MOREIRA *et al.*, 2006).

Na prática, o fósforo apresenta afinidade com óxidos de ferro, podendo ocasionar problemas no manejo do local. Esse fato está associado com a adsorção do fósforo oriundo dos fertilizantes fosfatados, sendo, por vezes, necessárias elevadas doses de fósforo para obter bons resultados. Porém, é importante ressaltar que os óxidos de ferro apresentam aspectos positivos, pois favorecem a estrutura granular do solo, acarretando boa permeabilidade neste.

Retomando mais um caráter do SiBCS, conheceremos o **caráter vértico**. Observa-se elevada plasticidade e pegajosidade, apresentando **superfícies de fricção** denominadas *slickensides* (Figura 1.9). Essas superfícies apresentam aspecto alisado e lustroso, com sinais nítidos de estriamento (em geral) em decorrência do deslizamento (pela orientação inclinada) e atrito da massa do solo, proveniente da movimentação exercida pela expansão dos argilo-minerais quando umedecidos.

Figura 1.9 | Exemplos de superfícies de fricção (*slickensides*) com destaque para os (a) estriamentos e (b) amostra coletada em solo de Minas Gerais



Fonte: (a): Slickenside. Licenciado sob domínio público por Wikimedia Commons. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bear\\_Valley\\_Slickensides.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bear_Valley_Slickensides.jpg). Acesso em: 13 dez. 2018. (b): Foto de Maurício Rizatto Coelho. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONTAG01\\_42\\_2212200611552.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_42_2212200611552.html). Acesso em: 13 dez. 2018.



### Saiba mais

Existem ainda superfícies que apresentam as mesmas características das *slickensides*, porém sem estriamento ou orientação inclinada, denominadas **superfícies de compressão**, comumente encontradas em solos de textura argilosa ou muito argilosa. Ainda, podem ser subdivididas em brilhantes (cerosidade) e foscas.

Além disso, o caráter vértico tem fendas profundas, decorrentes de dois processos: nos períodos úmidos, ocorre o processo expansivo citado; já em períodos secos, observa-se a presença de fendas em decorrência da contração do solo. Dessa forma, são estruturas que variam de muito a extremamente duras e, mesmo em estado úmido, variam de muito a extremamente firmes. Essas condições dificultam as práticas de cultivo do solo, principalmente no que tange ao seu preparo, podendo impedi-lo, em casos extremos, uma vez que ainda têm alta suscetibilidade à erosão hídrica proveniente da contínua expansão das argilas quando úmidos e intenso fendilhamento (OLIVEIRA, 2003; SANTOS *et al.*, 2018; WAGNER *et al.*, 2010).



### Assimile

O caráter vértico do solo pode acarretar problemas relacionados principalmente ao preparo deste. Isso ocorre pois, quando seco, são solos muito duros e, quando úmidos, dificultam as operações do maquinário agrícola. O seu manuseio requer uma quantidade (faixa de umidade) muito estreita, sendo um processo oneroso na prática.

As condições de argila também são responsáveis pela característica de **autogranulação (self-mulching)**. Ela ocorre quando a camada superficial de agregados se apresenta em condições granulares e soltas (pelo preparo agrícola do solo), fortemente desenvolvidas, bem como recomposta pelo processo de umedecimento e secagem.

Por falar em solos “duros”, essa característica será o destaque nos próximos caracteres estudados. Para iniciar, falaremos do **caráter coeso**. Esse caráter é característico de horizontes subsuperficiais com consistência muito dura a extremamente dura quando secos, porém friável ou firme, quando umedecidos (LIMA NETO *et al.*, 2009). Dessa forma, em períodos de maior umidade, não apresentam problemas de manejo, porém quando secos, apresentam adensamento que impede a penetração das raízes, limitando o desenvolvimento vegetal. Assim, espécies que apresentam sistema radicular fasciculado podem ser mais adequadas para esses locais. O milho (*Zea mays* L.), a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), o trigo (*Triticum aestivum* L.), o arroz (*Oryza sativa* L.) e as gramíneas em geral são exemplos de espécies com esse tipo de raiz.

Quando associados a solos de grande importância socioeconômica e amplamente utilizados na agricultura (por exemplo, latossolos), fatores como a limitação da absorção de água, nutrientes, temperatura e resistência condicionam a necessidade de manejo adequado.

A mesma premissa (ou até mais restritiva) se aplica ao **caráter dúrico**, utilizado para caracterização de horizontes com cimentação forte, ocasionando restrição ao desenvolvimento das raízes e infiltração da água.

Continuando no enfoque de caracteres com cimentação forte, podemos citar o **caráter concrecionário**. O nome sugestivo é usado para solos com no mínimo 5% de petroplintita por volume na forma de nódulos ou concreções, ocorrendo em um ou mais horizontes da seção de controle, porém em condições inferiores para caracterizar horizonte concrecionário. A petroplintita presente no solo tem comportamento similar à cascalho, causando desgaste dos implementos agrícolas e afetando o seu desempenho, além de limitar a profundidade efetiva do solo.

Considerando o caráter influenciado por solos expostos a secagem, podemos citar o **caráter retrátil**. Apesar de ainda estar em estudos para validação metodológica, aplica-se em Latossolos e Nitossolos com textura argilosa e muito argilosa que apresentam fendas verticais, devido à retração do solo em decorrência da exposição do seu perfil a secagem por semanas. A maior exposição solar do perfil faz com que as estruturas se individualizem (em estruturas menores), desprendam e acumulem nas camadas inferiores do perfil (Figura 1.10).

Figura 1.10 | Representação de caráter retrátil com diminuição das estruturas e acúmulo na camada inferior do solo



Fonte: Santos *et al.* (2018, p. 275).

Além do caráter concrecionário, solos que apresentam petroplintita (no mínimo 10% do volume total) na seção responsável pela classe do solo na forma contínua e consolidada e espessura do material ferruginoso inferior às premissas para caracterizar horizonte litoplíntico, são definidos como **caráter litoplíntico**. A presença de petroplintita limita a permeabilidade do solo, enraizamento e mecanização do solo, apresentando ainda baixa fertilidade natural e a elevada acidez e toxicidade por alumínio, condicionando a áreas com severa restrição ao cultivo e manejo agrícola.

Como você já deve saber, a formação do solo é proveniente do intemperismo do material de origem (rochas) por fatores físicos, químicos e biológicos. Os fatores ambientais e o tipo de rocha (ígneas, metamórficas ou sedimentares) influenciam a velocidade e intensidade do intemperismo. Mas, porque estamos retomando esse conceito agora? Para falar dos solos que apresentam **contato lítico e contato lítico fragmentário** (Figura 1.11).

O termo lítico refere-se à rocha, sendo que o **contato lítico** (Figura 1.11 a) é utilizado para o contato de qualquer horizonte ou camada com o material subjacente de constituição mineral (rocha), limitando a percolação da água às fendas provenientes de fraturas e/ou diáclases (caso presentes). O conceito também se aplica se o local apresentar rochas que sofreram baixo intemperismo, classificadas como duras e extremamente duras. Segundo Oliveira, Jacomine e Camargo (1992), no âmbito agrônomo, sua presença indica restrições ao aprofundamento do sistema radicular das plantas. É derivado da Soil Taxonomy (conteúdo que abordaremos em outro momento), sendo que ainda carece de detalhamento no SiBCS em relação ao nível de alteração da rocha, rochas sedimentares e algumas metamórficas que apresentem forte fissilidade.

Já o **contato lítico fragmentário** (Figura 1.11 b) apresenta as mesmas características do anterior, porém com o material fragmentado (camada não homogênea) em função de fraturas naturais.

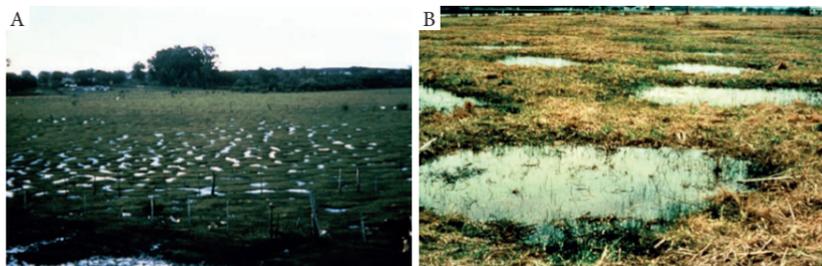
Figura 1.11 | Solos que apresentam (a) contato lítico e (b) lítico fragmentado



Fonte: IBGE (2015, p. 212).

Muitos atributos não diferenciam as classes de solo, porém auxiliam em sua definição, como o caso do microrrelevo **Gilgai** (Figura 1.12), característico de solos argilosos com alto coeficiente de expansão com aumento no teor de umidade, bem como alta atividade de argila e predominância de argilo-mineral 2:1. Se apresentam em saliências convexas presentes em áreas quase planas ou feição topográfica de sucessão de pequenas depressões e elevações (IBGE, 2015).

Figura 1.12 | Exemplos de solo com microrrelevo Gilgai



Fonte: IBGE (2015, p. 227 e 267).

Solos com microrrelevo Gilgai são locais onde o revolvimento do solo deve ser evitado, ainda sendo suscetível a processos erosivos e problemas de mecanização devido à consistência argilosa.

Para encerrarmos os caracteres utilizados pelo SiBCS, conheceremos o **caráter espódico** e o **caráter sômbrico** (Figura 1.13). O primeiro caracteriza solos com acúmulo iluvial subsuperficial de compostos organometálicos,

não sendo suficiente para caracterizar horizonte B espódico ou espodosolo. Já o segundo (em processo de validação pelo SiBCS) se faz presente em horizontes subsuperficiais, transicionais ou principais de solos minerais de drenagem livre e dessaturados. Sua cor escura dá-se em decorrência da acumulação de húmus, porém, não perfazendo os critérios de horizonte espódico e atendendo às seguintes premissas: espessura superior a 10 centímetros; ausência de horizonte eluvial E no seu limite superior; não caracterizar horizonte espódico ou horizonte A enterrado; apresentar origem pedogenética (horizonte escuro em continuidade lateral); valores e cromas mais escuros do que o horizonte acima dele; distrófico e identificação da acumulação de húmus.

Figura 1.13 | Exemplo de solo destacando o caráter sômbrico



Fonte: IBGE (2015, p. 210).

Observe que, durante a leitura, você se deparou com o termo “horizonte”. Até o momento, estudamos apenas os caracteres do solo, sendo os horizontes os próximos conteúdos que abordaremos. Apenas para exemplificar, o horizonte B Espódico necessita do caráter espódico e algo mais, porém isso será abordado adiante.

Ficamos por aqui! Esperamos que os conhecimentos adquiridos possam auxiliá-lo no exercício de sua futura profissão. Não deixe de tirar as dúvidas em aula e busque aprofundar os seus conhecimentos referentes à classificação dos solos. Você ficará impressionado com as possibilidades que os estudos do solo podem lhe fornecer!

Agora que você já conhece mais sobre os atributos diagnósticos utilizados pelo Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos, relembremos a sua atuação profissional fictícia como engenheiro agrônomo em uma consultoria agrícola. Nesse momento, você encontra-se em uma visita a uma propriedade que realiza o plantio de feijão, e que vem apresentando problemas no desenvolvimento das plantas. Realizando os levantamentos necessários no local, você consegue chegar à conclusão de que se trata de um solo com caráter coeso. Ao saber dessa conclusão, o agricultor questiona: o que é caráter coeso? Como ele pode influenciar o plantio do feijão e o seu desenvolvimento? Quais os cuidados necessários para se utilizar o local para agricultura? Quais seriam as culturas mais indicadas para esse tipo de solo?

Respondendo ao primeiro questionamento do produtor, informe-o de que o caráter coeso é característico de horizontes subsuperficiais com consistência muito dura a extremamente dura quando secos, porém friável ou firme, quando umedecidos, apresentando baixa permeabilidade. Dessa forma, em períodos de maior umidade, não apresentam problemas de manejo, ou seja, não influenciam o plantio do feijão. Porém, quando seco, seu adensamento impede a penetração das raízes, limitando o desenvolvimento vegetal.

Em relação à umidade, ressalte que esse tipo de solo não apresenta problemas desde que em locais onde não tenha ocorrido períodos chuvosos prolongados, uma vez que diminuem a oxigenação do solo, prejudicando a respiração das raízes vegetais.

A limitação do crescimento radicular pelo adensamento do solo é o problema que ocasionou o baixo desenvolvimento do feijão no local. As raízes, sem o espaço necessário para o desenvolvimento, apresentam-se retorcidas, não conseguindo propiciar o crescimento adequado dos espécimes, acarretando menor produtividade no local.

Outros aspectos que devem ser observados são relacionados à sua baixa disponibilidade de nutrientes, temperatura e resistência, importantes no manejo de solos que apresentam caráter coeso, condicionando a necessidade de manejo adequado.

Para a utilização agrícola do local, além das observações citadas, por apresentarem restrições físicas para os vegetais, deve-se evitar cultivos que têm dificuldade de crescimento radicular, evitando plantas de sistema radicular pivotante, que é o caso do feijão. O ideal é utilizar espécies de sistema radicular fasciculados, como o milho (*Zea mays* L.) e a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), que apresentam características para o plantio no Nordeste brasileiro.

## Teor de óxido de ferro no solo

### Descrição da situação-problema

Você é um engenheiro agrônomo que acaba de ser contratado por uma indústria sucroalcooleira que tem diversas filiais pelo Brasil e que realiza o arrendamento de terras para o plantio de cana-de-açúcar. Dessa forma, você foi incumbido pelo seu gestor de realizar as análises dos solos de vários locais, em que existe a possibilidade de arrendamento.

No seu primeiro relatório, você informa que o solo de uma propriedade analisada apresenta elevados teores de óxidos de ferro, o que poderia limitar o desenvolvimento de cultivos agrícolas. O gestor questiona: como o teor de óxido de ferro pode influenciar o desenvolvimento da cana-de-açúcar? Você recomendaria a aquisição da propriedade? Existe a possibilidade de que outras propriedades almejadas possam apresentar teores elevados?

### Resolução da situação-problema

Primeiro explique que a presença de teores de óxidos de ferro nos solos brasileiros são descritos em vários caracteres do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos, condicionados aos diferentes níveis de  $Fe_2O_3$ . Quando apresentam teores menores do que  $80 \text{ g.kg}^{-1}$ , são denominados hipoférrico, sendo que o maior valor (perférrico) ocorre em locais com mais de  $360 \text{ g.kg}^{-1}$ .

Em relação ao desenvolvimento da cana-de-açúcar, a presença de óxido de ferro no solo influencia a disponibilidade de um dos principais nutrientes limitantes do desenvolvimento vegetal: o fósforo. Dessa forma, pode-se dizer que quanto maior a quantidade de óxido de ferro, menor a disponibilidade de fósforo para as plantas, uma vez que realizam adsorção do dele, retendo-o.

O fósforo apresenta afinidade com óxidos de ferro e, visto o caráter constatado, poderá ocasionar problemas no manejo do local. Esse fato está associado com problemas de adsorção do fósforo oriundos dos fertilizantes fosfatados, podendo ocasionar a necessidade de elevadas doses de fósforo nos primeiros anos de cultivo da cana, elevando os custos produtivos. Ainda, podem afetar a capacidade de troca de cátions e auxiliam na estabilidade das estruturas do solo (cimentando as partículas).

Porém, é importante ressaltar que os óxidos de ferro favorecem a estrutura granular, a qual favorece a permeabilidade do solo. Dessa forma, apesar

de o local apresentar alguns problemas químicos, solos com essa característica têm boas condições físicas.

Assim, você pode recomendar a propriedade, uma vez que as condições químicas de um solo podem ser resolvidas com manejo de fertilizantes. O maior problema para agricultura são solos que apresentam condições físicas inapropriadas, sendo oneroso o seu uso.

Sobre a possibilidade de outras propriedades apresentarem teores elevados, podemos afirmar que sim, uma vez que têm grande representatividade no solo brasileiro, comumente na forma de hematita e goethita, condicionando o solo às cores vermelha e amarela.

### Faça valer a pena

#### 1. Leia o texto a seguir:

Estrutura constituída de argila, segregação de altos teores de ferro e/ou alumínio (acúmulo de óxidos de ferro ou manganês) e baixo teor de carbono em condições aeradas. Apresenta-se com coloração variando de mosqueados vermelhos, vermelho-amarelo, vermelho-escuro a marrom-escuro, recorrente em solos do Pantanal brasileiro.

Em relação ao texto, assinale a alternativa que corresponde à estrutura descrita:

- a) Petroplintita.
- b) Cascalho.
- c) Regolito.
- d) Plintita.
- e) Silte.

2. Quando ocorre saturação total por tempo elevado (restrição à drenagem e percolação da água, permanecendo a condição de encharcamento do solo), podem ocorrer alterações no solo, processo denominado hidromorfismo. Essa condição será o fator preponderante para alguns caracteres do solo do SiBCS.

Em relação aos caracteres do solo, assinale a alternativa que apresenta os que são diretamente condicionados pelo hidromorfismo.

- a) Caráter redóxico e caráter plânico.
- b) Caráter sómbrico e caráter flúvico.
- c) Caráter flúvico e caráter retrátil.
- d) Caráter sómbrico e caráter retrátil.
- e) Caráter redóxico e caráter sómbrico.

**3.** O caráter sômbrico ocorre em horizontes subsuperficiais, transicionais ou principais de solos minerais de drenagem livre e dessaturados. Sua cor escura dá-se em decorrência da acumulação de húmus, porém não perfazendo os critérios de horizonte espódico e atendendo a algumas condições definidas.

Assinale a alternativa que apresenta as condições necessárias para se caracterizar o caráter sômbrico.

- a) Valores e cromas mais escuros do que o horizonte acima do dele; eutrófico e sem acumulação de húmus e espessura inferior a 10 centímetros.
- b) Apresentar origem pedogenética; espessura superior a 25 centímetros; valores e cromas mais escuros do que o horizonte acima dele; eutrófico e identificação da acumulação de húmus.
- c) Espessura superior a 10 centímetros; apresentar origem pedogenética; valores e cromas mais escuros do que o horizonte acima dele; distrófico e identificação da acumulação de húmus.
- d) Valores e cromas mais escuros do que o horizonte acima dele; eutrófico e identificação da acumulação de húmus e espessura inferior a 10 centímetros.
- e) Espessura igual a 5 centímetros; apresentar origem pedogenética; valores e cromas mais escuros do que o horizonte acima dele; distrófico e identificação da acumulação de húmus.

## Referências

- BEIRIGO, R. M. **Sistema pedológico Planossolo-Plintossolo no Pantanal de Barão de Melgaço-MT**. 2008. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Departamento de Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008.
- BEIRIGO, R. M. **Formação e degradação de feições redoximórficas em solos do Pantanal – MT**. 2013. 125 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Unidade da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3. ed. [S.L.]: Bookman Editora, 2012. 716 p.
- CARMO, L. F. Z.; MORAES, R. N. S. (Org.). **Diagnóstico dos tipos de solos do município de Rio Branco – AC**. Rio Branco: PMRB, 2008.
- CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997.
- CORINGA, E. de A. O. *et al.* Atributos de solos hidromórficos no Pantanal Norte Matogrossense. **Acta Amazônica**, [S.L.], v. 42, n. 1, p. 19-28, 2012.
- COUTO, E. G.; OLIVEIRA, V. The soil diversity of the Pantanal. *In: JUNK, W. J. et al. (Orgs.). The Pantanal of Mato Grosso: ecology, biodiversity and sustainable management of a large neotropical seasonall wetland*. Sofia: Pensoft, 2010. p. 40-64.
- DONAGEMMA, G. K. *et al.* (Orgs.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). **Critério para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento: normas em uso pelo SNLCS**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1988.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Brasília: Embrapa, Produção de Informações; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.
- FASOLO, P. J. Importância e uso dos levantamentos de solos e suas relações com o planejamento do uso da terra. *In: CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O. (Eds.). Manejo integrado de solos em microbacias hidrográficas*. Londrina: Iapar, 1996. p. 61-76.
- GRIGOROWITSCHS, H. **Estudo das propriedades hidromórficas de solos e depósitos no setor inferior das vertentes e em fundos de vale na Alta Bacia Hidrográfica do rio Cotia / Planalto de Ibiúna**. 2013. 220 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- GUILHERME, D. F. *et al.* Levantamento e classificação de solos da serra do espinho, PILÕES/PB. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE*, 4., 2016, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Congesta, 2016. p. 818-831.
- HAMMES, V. L. **Ver: percepção do diagnóstico ambiental**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2012.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de pedologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95017.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2018.

LEPSCH, I. F. **Soil-landscape relationship in an area of the Occidental Plateau of São Paulo, Brazil**. 1975. 163 p. Tese de PhD - North Carolina State University, Raleigh, 1975.

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

LIMA NETO, J. A. *et al.* Caracterização e gênese do caráter coeso em Latossolos Amarelos e Argissolos dos tabuleiros costeiros do estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S.l.], v. 33, p. 1001-1011, 2009.

MANZATTO, C. V.; FREITAS JR., E.; PERES, J. R. R. **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solo, 2002. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/busca-de-publicacoes/-/publicacao/328096/uso-agricola-dos-solos-brasileiros>. Acesso em: 20 out. 2018.

MENDONÇA, I. F. C.; LOMBARDI NETO, F.; VIÉGAS, R. A. Classificação da capacidade de uso das terras da Microbacia do Riacho Una, Sapé, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 10, n. 4, p. 888-895, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v10n4/v10n4a16.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2018.

MIGUEL, P. *et al.* Caracterização de plintitas e petroplintitas em solos da Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 6, p. 999-1005, 2013.

MOREIRA, F. L. M. *et al.* Adsorção de fósforo em solos do estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, [S.l.], v. 37, n. 1, p. 7-12, 2006.

MOREIRA, L. M.; OLIVEIRA, V. A. Evolução e gênese de um Plintossolo Pétrico concrecionário éutrico argissólico no município de Ouro Verde de Goiás. **Revista Brasileira de Classificação do Solo**, [S.l.], v. 32, p. 1683-1690, 2008.

OLIVEIRA, J. B. **Classificação de solos e seu emprego agrícola e não agrícola**. [S.l.: s.n.], 2003. 17 p. (Apresentação de Trabalho/Conferência ou palestra). Disponível em: <http://jaracara.ufsm.br/websites/dalmolin/download/textospl/classif.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2018.

OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201 p.

PEREIRA, C. L.; NETO, F. L. **Avaliação da aptidão agrícola das terras: proposta metodológica**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 43). Disponível em: [http://www.cnpma.embrapa.br/download/documentos\\_43.pdf](http://www.cnpma.embrapa.br/download/documentos_43.pdf). Acesso em: 28 nov. 2018.

PEREIRA, J. M.; ARAÚJO, E. A.; BARDALES, N. J. **Características gerais do Acre**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE CLASSIFICAÇÃO E CORRELAÇÃO DE SOLOS (RCC): SOLOS SEDIMENTARES EM SISTEMAS AMAZÔNICOS - POTENCIALIDADES E DEMANDAS DE PESQUISA, 9., 2010, Rio Branco. Anais... Rio Branco: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

PES, L. Z.; ARENHARDT, M. H. **Solos**. Santa Maria: UFSM, Colégio Politécnico, Rede Etec Brasil, 2015.

PRADO, H. do. **Pedologia fácil: aplicações em solos tropicais**. 4. ed. Piracicaba: Hélio do Prado, 2013.

QUEIROZ, M. L. **Nascentes, veredas e áreas úmidas: revisão conceitual e metodologia de caracterização e determinação**. Estudo de caso na Estação Ecológica de Águas Emendadas

- Distrito Federal. 2015. 160 f. Dissertação (Mestrado em Hidrogeologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

RAIJ, B. V. *et al.* **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais.** Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2001.

SANTANA, J. A. **Estudo do comportamento de solos artificiais em função da variação das características de sua fração grossa.** 1998. 160 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Departamento de Transporte, Universidade de São Paulo (USP), São Carlos, 1998.

SANTOS, F. A. S. *et al.* Atributos químicos e físicos de solos das margens do Rio Paraguai. **Ambi-Água**, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 239-249, 2013.

SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo:** ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Genesis, 1999.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. E-book: il. color. E-book, no formato ePub. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094003/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>. Acesso em: 13 dez. 2018.

SANTOS, H. G.; ZARONI, M. J. **Caráter plânico.** Agência Embrapa de Informação Tecnológica (Ageitec). [s.d.]. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONTAG01\\_37\\_2212200611551.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_37_2212200611551.html). Acesso em: 13 dez. 2018.

SANTOS, R. D. *et al.* **Manual de descrição e coleta de solos no campo.** 5. ed. rev. e ampl. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS), 2005.

SELLE, G. L. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 4, p. 29-39, out./dez. 2007.

SOUZA JÚNIOR, V. S.; RIBEIRO, M. R.; OLIVEIRA, L. B. Caracterização e classificação de solos tiomórficos da várzea do Rio Coruripe, no Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 4, p. 977-986, 2001.

TEIXEIRA, P. C. *et al.* (Ed.). **Manual de métodos de análise de solo.** 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017.

VAN WAMBEKE, A. R. Criteria for classifying soils by age. **Journal Soil Science**, [S.l.], n. 1, p.124-132, 1962.

WAGNER, S. A. *et al.* (Orgs.). **Gestão e planejamento de unidades de produção agrícola.** Porto Alegre: UAB/UFRGS, 2010.



# Unidade 2

---

## Horizontes diagnósticos do solo

### Convite ao estudo

Caro aluno, bem-vindo ao estudo dos horizontes diagnósticos do solo.

Você sabia que dentre os critérios utilizados na classificação dos solos, o conhecimento acerca dos horizontes é um dos pré-requisitos para identificação deles? Desse modo, no Brasil contamos com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (SANTOS *et al.*, 2018), manual onde estão descritas as principais características dos horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais. Logo, você, como profissional das ciências agrárias, deverá conhecer os aspectos referentes aos horizontes diagnósticos do solo, visto que eles servem de parâmetro para identificação e, conseqüentemente, para o planejamento do uso da terra no contexto agrônomico.

Diante do contexto apresentado, o estudo desta unidade será baseado na seguinte situação hipotética: você trabalha como consultor agrícola, especialista na área de identificação, uso e manejo do solo, que foi convidado por uma grande cooperativa de produtores rurais para trabalhar em um projeto. Esse projeto visa mapear os solos da região onde a cooperativa está inserida (Sudeste), uma vez que, decorrente de sua contínua utilização, eles têm apresentado menor produtividade, além do risco de processos erosivos. Dessa forma, sua função no projeto será realizar o diagnóstico dos horizontes bem como definir sua capacidade agrícola e importância ambiental.

Dessa maneira, identificar e realizar o levantamento correto do perfil do solo se apresenta como umas das primeiras etapas para o planejamento do uso da terra.

O projeto consistirá em construir uma referência de perfis de horizontes de várias sub-regiões do estado em questão, contando com a caracterização e descrição dos horizontes corretamente. Logo, o procedimento deverá contemplar as seguintes etapas:

- i) Identificação dos horizontes superficiais.
- ii) Identificação dos principais horizontes subsuperficiais.
- iii) Identificação de outros horizontes subsuperficiais.

Assim, ao final do projeto você terá um banco de dados acerca dos

horizontes da região. Para isso, quais são as características que devem ser levadas em consideração para classificação dos horizontes diagnósticos? Na classificação devem ser considerados atributos físicos, químicos e morfológicos, por exemplo?

Para responder a esses questionamentos, atente-se aos conteúdos abordados nesta unidade.

Bons estudos!

## Horizontes diagnósticos superficiais

### Diálogo aberto

Os solos podem ser classificados conforme seus atributos e também segundo os tipos de horizontes. Desse modo, na primeira seção desta unidade compreenderemos os aspectos referentes aos horizontes diagnósticos superficiais.

Assim, aplicaremos o conteúdo desta seção conforme a situação apresentada no início da unidade, na qual você trabalha como consultor agrícola, especialista na área de identificação e manejo do solo.

Desse modo, na primeira etapa do projeto você se deparou com a seguinte situação: os produtores da Cooperativa Agro Brasil, localizados na região Sudeste do Brasil, especificamente em regiões de várzea, estavam necessitando de assistência técnica para realizar o planejamento agrícola e uso da terra, uma vez que a falta de planejamento bem como o uso inadequado de determinadas culturas agrícolas em suas propriedades estava gerando perdas econômicas para os cooperados. Atualmente é realizado o cultivo de soja, devido à alta demanda de mercado, porém não se obtendo a produtividade e lucratividade esperada.

Nesse contexto, você realizará a primeira etapa do seu projeto fornecendo subsídios acerca do diagnóstico dos horizontes superficiais dos solos da região A. Dessa forma, os cooperados terão os parâmetros necessários para o planejamento agrícola.

Assim, primeiramente você avaliou as características climáticas da região e verificou que esta apresentava um alto índice pluviométrico durante o ano. Posteriormente, verificou o horizonte com teor de carbono orgânico (CO)  $\geq 80 \text{ g kg}^{-1}$  (após a análise). Além desses pontos, você verificou que o perfil era espesso e apresentava coloração cinzenta.

Baseado na sua análise e nas condições locais, qual o horizonte superficial se enquadra nas características descritas? A qual tipo de solo esse horizonte está relacionado? Como é conhecida a classificação desse horizonte? Quais requisitos você pode levar em consideração para afirmar sua hipótese? Essas condições podem estar influenciando a produtividade da soja?

Diante dos questionamentos apresentados, nesta seção serão abordados os conteúdos acerca da identificação dos horizontes superficiais, H e A; além da identificação dos subtipos de horizontes A, tais como: chernozêmico, húmico, proeminente, fraco, moderado e antrópico.

A partir de agora, iniciaremos o estudo dos horizontes superficiais.

A classificação do solo é realizada conforme a descrição morfológica de um perfil, além da coleta de material no campo. Sendo assim, essa operação deve ser realizada com máximo de zelo, seguindo os critérios da descrição do perfil bem como da paisagem que este ocupa no ecossistema (EMBRAPA, [s.d.]a).

O processo em que o solo é formado ocorre por meio de um conjunto de eventos biológicos, físicos e químicos, em que, a partir de uma rocha e saprólito relativamente homogêneos, são formadas camadas que ficam paralelas à superfície e que apresentam características diferentes, conhecidas como horizontes (LEPSCH, 2010). O saprólito, por sua vez, consiste em um material solto formado a partir de uma rocha, endurecida ou não, que sofreu ação do intemperismo.



### Exemplificando

Saber identificar os tipos de horizontes é fundamental para a classificação de solos. Logo, o diagnóstico de alguns horizontes corresponde à identificação de determinada classe, por exemplo, o horizonte A chernozêmico, que se refere à classe chernossolos.

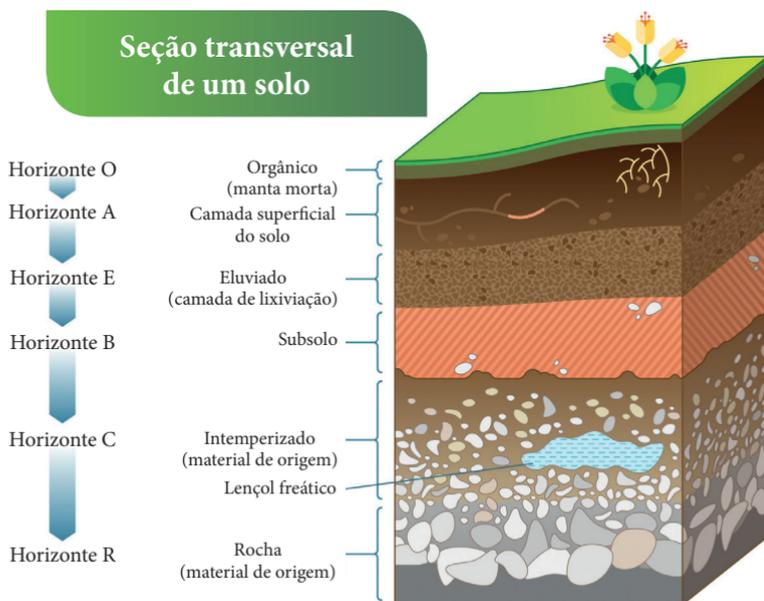
De maneira prática, quando o solo é cortado verticalmente, é possível verificar a presença dos horizontes, visto que suas camadas sobrepostas têm uma sequência visível, embora a transição entre elas nem sempre seja bem definida. Sendo assim, a seção vertical do solo, que vai desde a superfície até o material geológico, é intitulada perfil do solo (LEPSCH, 2010).

Várias ações acontecem ao longo da rocha em transformação, e essas mudanças ocorrem devido ao intemperismo bem como pela adição de restos vegetais. Assim, essas ações são mais recorrentes na parte superior, a qual conta com a presença de húmus. Outro ponto relevante é que algumas substâncias sólidas se translocam sob ação da água e da gravidade, assim, também são formadas camadas empobrecidas que se sobrepõem às outras (LEPSCH, 2010).

Segundo Lepsch (2010), o solo com um perfil completo e bem desenvolvido tem cinco tipos de horizontes, chamados de horizontes principais, reconhecidos pelas letras maiúsculas: **H** ou **O**, **A**, **E**, **B** e **C** (Figura 2.1). Já os horizontes transicionais são descritos por duas letras maiúsculas: **AB**, por exemplo. No entanto, nota-se que nem sempre todos esses horizontes

encontram-se presentes em um perfil do solo, como exemplo, muitos não têm o **E** ou o **B**. Assim, nesse caso, o solo apresenta-se pouco desenvolvido ou tem um perfil incompleto, uma vez que o horizonte **B** é essencial para o enquadramento de um solo bem desenvolvido.

Figura 2.1 | Perfil do solo com os principais horizontes



Fonte: adaptada de iStock.

Além das letras maiúsculas que definem os horizontes principais, as minúsculas se referem a alguma característica específica da camada do solo. Assim, podemos citar vários exemplos: **d** – acentuada decomposição do material orgânico; **g** “glei” – determina cores acinzentadas, azuladas, esverdeadas; **o** – matéria orgânica mal ou não decomposta; **p** – aração ou outras pedoturbações, usado com **H** ou **A** para indicar alterações da camada superficial, ocasionadas por cultivo, pastoreio ou outras pedoturbações; por fim, cada letra minúscula confere alguma característica específica ao horizonte (IBGE, 2015).

As características morfológicas também auxiliam na classificação do solo, tais como as cores úmidas e secas dos horizontes superficiais e as cores úmidas dos subsuperficiais, sendo estas descritas segundo a caderneta de cores de Munsell (também denominada carta ou tabela de Munsell). Também podemos citar outras características indispensáveis, tais como: textura, estrutura, cerosidade, entre outras. Desse modo, todos os itens anteriormente citados auxiliam na definição de horizontes diagnósticos do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). No entanto, a classificação

definitiva de um solo só pode ser concluída após a realização de análises laboratoriais referentes ao perfil (EMBRAPA, [s.d.]a).

Agora, utilizaremos os conceitos já estudados, associando-os aos diferentes tipos de horizontes. Para iniciar, conheceremos os seguintes horizontes superficiais: hístico, A chernozêmico, A húmico, A proeminente, A fraco, A moderado e A antrópico.



### Refleta

Os horizontes superficiais se encontram necessariamente apenas à superfície do solo?

O **horizonte hístico (H)** é constituído por material orgânico, apresentando teor de CO  $\geq 80 \text{ g kg}^{-1}$ , avaliado na terra fina seca ao ar (TFSA). Apresenta aspecto espesso, ocorrendo em áreas encharcadas, com coloração mais escura, podendo ser preta, cinzenta ou brunada (IBGE, 2015; LEPSCH, 2010). É resultado do acúmulo de restos vegetais depositados superficialmente, e, mesmo após o processo de aração, os tores de CO se mantêm elevados (SANTOS *et al.*, 2018).

O horizonte H pode ser formado em dois tipos de ambientes, um ambiente em condições de drenagem livre (**horizonte O hístico**) e outro em condições de excesso de chuva (horizonte H hístico). Portanto, o primeiro tipo citado é formado a partir de materiais depositados em condição de drenagem livre, ou seja, são saturados com água em menos de 30 dias consecutivos durante o período chuvoso. Ocorre em clima úmido e frio, podendo estar assentado sobre contato lítico, lítico fragmentado ou algum horizonte principal (A, B ou C).



### Vocabulário

O contato lítico se refere a um material endurecido que fica subjacente ao solo, geralmente se encontra fragmentado devido à função de fraturas naturais, o que facilita a penetração de raízes (SANTOS; ZARONI, [s.d.]).

Já o horizonte **H hístico** também é formado por materiais depositados com excesso de chuva, no entanto, esse depósito ocorre por períodos extensos ou ao longo de todo o ano. Geralmente encontra-se sobre o horizonte C, e, em alguns casos, por conta de drenagem artificial, também pode estar presente sobre os horizontes A e B. Por fim, pode ser encontrado tanto em superfícies quanto soterrados por resíduos minerais.

Contudo, o horizonte H deve apresentar alguns requisitos, como a espessura  $\geq$  a 20 cm; ou então espessura  $\geq$  a 40 cm quando 75% ou mais do

volume do horizonte for de restos vegetais. Ainda, pode também apresentar espessura de 10 cm ou mais quando estiver sobrejacente a um contato lítico ou a material fragmentar; ou ainda a um horizonte ou camada formada por 90% ou mais do seu volume constituído de material mineral com diâmetro maior do que 2 mm, como exemplo, o cascalho (SANTOS *et al.*, 2018).

Vale ressaltar que o horizonte hístico é considerado diagnóstico para classificar os Organossolos. Estes, por sua vez, apresentam saturação com água durante a maior parte do ano, ao menos que passem pelo processo de drenagem (EMBRAPA, [s.d.]b). Além disso, geralmente são identificados na região Sudeste e Sul do Brasil, estando relacionados aos ambientes de várzeas, zonas litorâneas ou em ambiente altomontano (CIPRIANO-SILVA *et al.*, 2014).



### Assimile

**As áreas com** Organossolos de ambiente de várzea têm aspecto que influencia a dinâmica e a qualidade da água do ambiente. Desse modo, tais áreas atuam também no acúmulo de sedimentos, na captura de nutrientes, além de prevenir o processo erosivo (CIPRIANO-SILVA *et al.*, 2014).

Esses locais apresentam baixa infiltração e relevo plano, condições que, associadas à proximidade com o lençol freático, ocasionam áreas encharcadas durante longos períodos e com baixa disponibilidade de oxigênio. Nesses locais, deve-se optar por plantas adaptadas a essas características.

Agora que já aprendemos os aspectos referentes ao horizonte hístico, continuaremos nosso aprendizado acerca dos horizontes superficiais, estudando os aspectos referentes ao horizonte A e seus subtipos. O horizonte A tem aspecto normalmente escuro devido às quantidades elevadas de húmus. Em solo cultivado, esse horizonte é revolvido, e se for pouco espesso (20 cm - 25 cm) pode ser misturado a horizontes subjacentes (LEPSCH, 2010).

O **horizonte A chernozêmico** é mineral, relativamente espesso, apresentando cor escura e com elevada saturação de bases. Além disso, mesmo após seu revolvimento superficial, pode apresentar diversas características, dentre estas, a estrutura do solo deve ser desenvolvida, ou seja, a agregação deve ser moderada ou forte para que, assim, o horizonte não seja simultaneamente maciço (IBGE, 2015).

A cor do solo tem croma igual ou inferior a 3 quando úmido, e valores iguais ou mais escuros do que 3 quando úmido e do que 5 quando seco. Já se a camada superficial apresentar  $400 \text{ g kg}^{-1}$  ou mais de  $\text{CaCO}_3$  (carbonato de

cálcio) equivalente, os limites de valor quando seco são rejeitados; e quando úmido o limite se torna 5 ou menos (SANTOS *et al.*, 2018).

**A saturação de bases (V%) deve ser de 65% ou mais**, predominando o íon Ca e/ou Mg. O valor de CO é de  $6 \text{ g kg}^{-1}$  ou mais em todo o horizonte, segundo os critérios de espessura descritas logo a seguir. Vale ressaltar que se, devido à presença de  $400 \text{ g kg}^{-1}$  de solo ou mais de  $\text{CaCO}_3$  equivalente, os requisitos de cor apresentarem-se diferenciados do usual, logo, o conteúdo de CO deve ser de  $25 \text{ g kg}^{-1}$  de solo ou mais nos 18 cm superficiais. Além disso, o limite superior do teor de CO que caracteriza o horizonte A chernozêmico se enquadra como o limite inferior excludente do horizonte hístico (SANTOS *et al.*, 2018).

Em relação a sua espessura, considerando horizontes transicionais (como AB), mesmo nas condições de revolvimento do material, devemos nos atentar a alguns critérios, como 10 cm ou mais, se o horizonte A é seguido de contato com a rocha; 18 cm pelo menos, e mais do que um terço da espessura do *solum* (A+B) se tiver menos do que 75 cm; dentre outras características relacionadas à espessura (SANTOS *et al.*, 2018).

**O horizonte A húmico** apresenta aspecto mineral, **com valor do croma igual ou inferior a 4, saturação de bases inferior a 65%**, com espessura e conteúdo de CO dentro de limites recomendados, conforme detalharemos a seguir.

A espessura mínima é a mesma descrita para o horizonte A chernozêmico, já o conteúdo de CO deve ser inferior ao limite mínimo considerado para caracterizar o horizonte hístico ( $< 80 \text{ g kg}^{-1}$ , avaliado na terra firme). Ainda, a quantidade total de carbono deve ser igual ou maior do que o valor encontrado conforme a inequação a seguir:

$$\sum (\text{CO} (\text{g kg}^{-1}), \text{ de cada sub-horizonte A } \times \text{ espessura do sub-horizonte}) \geq 60 + (0,1 \times \text{ média ponderada de argila do horizonte superficial em } \text{g kg}^{-1})$$



### Assimile

Em solos que apresentam apenas um horizonte superficial (sem sub-horizontes), o cálculo é efetuado considerando-se o teor de carbono desse horizonte multiplicado pela sua espessura. O mesmo modelo deve ser seguido para cálculo da média ponderada de argila.

Dessa maneira, alguns cálculos devem ser realizados para que o horizonte seja classificado como húmico. Portanto, como exemplo, acompanhe as características dos solos e o passo a passo a seguir (IBGE, 2015).

Imagine os seguintes cenários:

- Horizonte Ap com profundidade de 0 – 24 cm, teor de argila de 278 g kg<sup>-1</sup> e teor de carbono de 40,6 g kg<sup>-1</sup> (4,06%).
- Horizonte AB com profundidade de 24 – 70 cm, teor de argila de 296 g kg<sup>-1</sup> e teor de carbono de 14,1 g kg<sup>-1</sup> (1,41%).

Primeiramente, devemos determinar a espessura total em decímetros, sendo:

$$\text{Ap} - 0 - 24 \text{ cm} = \text{espessura de } 24 \text{ cm} = 2,4 \text{ dm}$$

$$\text{AB} - 24 - 70 \text{ cm} = \text{espessura de } 46 \text{ cm} = 4,6 \text{ dm}$$

$$\text{Espessura total} = 7,0 \text{ dm}$$

Posteriormente, realiza-se o somatório do produto da espessura de cada horizonte (dm) pelo respectivo teor de CO (g kg<sup>-1</sup>):

$$\text{Ap} - 2,4 \times 40,6 = 97,4$$

$$\text{AB} - 4,6 \times 14,1 = 64,8$$

$$\text{Total} = 162,2$$

Então, calcula-se a média ponderada de argila (g kg<sup>-1</sup>):

$$\text{Ap} - 2,4 \times 278 : 7,0 = 95,3$$

$$\text{AB} - 4,6 \times 296 : 7,0 = 194,5$$

$$\text{média} = 289,8$$

Por fim, aplique os resultados na equação:

$$162,2 > 60 + (0,1 \times 289,8 \text{ g kg}^{-1}), \text{ ou}$$

$$\mathbf{162,2 > 88,98}$$

Com esse resultado, podemos observar que o solo analisado se enquadra no requisito para horizonte húmico, mesmo que tivesse apenas o horizonte Ap.

Agora, imaginaremos outra condição, em que o horizonte Ad apresenta profundidade de 0 cm – 25 cm, teor de argila de 302 g kg<sup>-1</sup> e teor de carbono de 35,5 g kg<sup>-1</sup>:

$$\text{Ap} - 0 - 25 \text{ cm} = \text{espessura de } 25 \text{ cm} = 2,5 \text{ dm}$$

$$\text{Ap} - 2,5 \times 35,5 = 88,7$$

$$A_p - 2,5 \times 302 : 2,5 = 302$$

$$88,7 > 60 + (0,1 \times 302), \text{ ou}$$

$$88,7 > 90,2$$

Nesse caso, o horizonte não se classifica como horizonte A húmico.

O **horizonte A proeminente** apresenta características semelhantes às do A chernozêmico, tanto na cor quanto no teor de CO, entre outras características. No entanto, como diferencial, **apresenta saturação por bases inferior a 65%**. Também se difere do A húmico pelo teor de CO aliado ao valor de espessura e teor de argila.

O **horizonte A antrópico** é formado ou modificado pelo homem por meio do seu uso contínuo, podendo ser de diversas formas, tais com: local habitacional, de descarte ou de cultivo, devendo haver sinais de adições de resíduo orgânico em mistura ou não com material mineral. Desse modo, as evidências da interferência do homem podem ser comprovadas pela presença de alguns objetos como artefatos cerâmicos, ossos, bem como vestígios da ação do fogo.

O horizonte A antrópico é semelhante aos horizontes A chernozêmico e A húmico, visto que **a saturação de bases é variável**, diferindo, portanto, por apresentar teor de  $P_2O_5$  solúvel em ácido cítrico mais elevado do que na parte inferior do *solum* (IBGE, 2015).

Além da obrigatoriedade das evidências da atividade humana, o horizonte A antrópico necessita apresentar em pelo menos um dos sub-horizontes A, incluindo horizontes intermediários: espessura  $\geq$  a 20 cm, e o conteúdo de fósforo extraível  $\geq 30 \text{ mg kg}^{-1}$  de solo.

O **horizonte A fraco** também tem característica mineral e seu desenvolvimento é fraco. A estrutura fraca pode ser devido ao baixo teor de colóides minerais ou orgânicos, ou ainda por condições climáticas ou de vegetação, como na região semiárida, com a vegetação de caatinga.

De maneira geral, podemos definir algumas atribuições para caracterizar o horizonte A fraco: a cor do material de solo com valor  $\geq 4$  quando úmido e  $\geq 6$  quando seco; a estrutura é do tipo grãos simples, maciça, ou ainda com grau fraco de desenvolvimento, e o teor de CO inferior a  $6 \text{ g kg}^{-1}$ . Além disso, a espessura é  $< 5 \text{ cm}$ , independentemente das características anteriormente citadas. Também cabe ressaltar que horizonte superficial com menos de 5 cm de espessura é considerado fraco.

O **horizonte A moderado** é um horizonte superficial que não se enquadra nas definições descritas para os demais horizontes superficiais. Desse modo,

a sua determinação pode ser realizada por meio de comparação com as características dos demais horizontes A que foram descritos até aqui.

Logo, o horizonte A moderado é diferente dos horizontes A chernozêmico, proeminente e húmico por meio da espessura ou cor, e do A fraco pela composição de CO e pela estrutura. Além disso, não apresenta ainda os parâmetros utilizados para determinar o horizonte hístico ou A antrópico.

Nesta seção começamos a identificar os horizontes superficiais, e na próxima conheceremos os horizontes subsuperficiais. Dessa maneira, teremos mais subsídios para realizar a identificação do perfil do solo.

### Sem medo de errar

Caro aluno, chegou a hora de resolvermos as perguntas lançadas no início da seção.

Você avaliou as características climáticas da região Sudeste do Brasil, especificamente em regiões de várzea, e verificou que esta apresentava um alto índice pluviométrico durante o ano. Posteriormente, verificou o horizonte do solo, notando a presença de matéria orgânica, que apresentava teor de carbono orgânico  $\geq 80 \text{ g kg}^{-1}$  (após a análise). Além desses pontos, você verificou que o perfil apresentava aspecto espesso com coloração cinzenta.

Portanto, baseado na sua análise e nas condições locais, qual horizonte superficial se enquadra nas características descritas? A qual tipo de solo esse horizonte está relacionado? Como é conhecida a classificação desse horizonte? Quais requisitos você pode levar em consideração para afirmar sua hipótese? Essas condições podem estar influenciando a produtividade da soja?

Baseado na sua análise, o horizonte que se enquadra nas características descritas é o horizonte hístico (H), visto que tal é formado por material orgânico, apresentando também alto teor de CO  $\geq 80 \text{ g kg}^{-1}$ .

Vale ressaltar que o horizonte hístico é considerado diagnóstico para classificar os Organossolos. Estes, por sua vez, apresentam saturação com água durante a maior parte do ano, a menos que passem pelo processo de drenagem. Além disso, geralmente são identificados na região Sudeste e Sul do Brasil, estando relacionados aos ambientes de várzeas, zonas litorâneas ou em ambiente altomontano. As áreas com Organossolos de ambiente de várzea têm aspecto que influencia a dinâmica e a qualidade da água do ambiente. Desse modo, tais áreas atuam também no acúmulo de sedimentos, na captura de nutrientes, além de prevenir o processo erosivo.

Além disso, o horizonte H apresenta aspecto espesso, ocorrendo em áreas encharcadas, com coloração escura, podendo ser preta, cinzenta ou brunada, coincidindo, portanto, com as características apresentadas pela região A.

O horizonte H pode ser formado em dois tipos de ambientes: horizonte O hístico e horizonte H hístico. O primeiro citado é formado a partir de materiais depositados em condição de drenagem livre, ou seja, são saturados com água em menos de 30 dias consecutivos durante o período chuvoso. Ocorre em clima úmido e frio, podendo estar assentado sobre contato lítico, lítico fragmentado ou qualquer tipo de horizonte (A, B ou C).

Já o horizonte H hístico também é formado por materiais depositados com excesso de chuva, no entanto, esse depósito ocorre por muito tempo ou ao longo de todo o ano, mesmo que em condições atuais tenha sido drenado. Geralmente encontra-se sobre o horizonte C, e, em alguns casos, por conta de drenagem artificial, também pode estar presente sobre os horizontes A e B. Por fim, pode ser encontrado tanto na superfície quanto soterrados por material mineral.

Ainda, para afirmar que o horizonte identificado é o horizonte hístico, este deve apresentar alguns requisitos: a espessura  $\geq$  a 20 cm; ou então espessura  $\geq$  a 40 cm quando 75% ou mais do volume do horizonte for de restos vegetais; pode também apresentar outras características relacionadas à espessura.

Em relação à baixa produtividade do local, regiões que apresentam solos de várzea consistem em locais onde ocorre baixa infiltração e relevo plano. Essas condições, associadas à proximidade com o lençol freático, ocasionam áreas encharcadas durante longos períodos, sendo um ambiente inadequado para o cultivo de soja devido à baixa disponibilidade de oxigênio. Nesses locais, deve-se optar por plantas adaptadas a essas características, como arroz de várzea.

Portanto, ao finalizar essa etapa, você entregou a primeira parte do seu projeto como pesquisador, que se trata da identificação dos horizontes superficiais. Desse modo, até o final de todas as etapas você terá condições de identificar os horizontes diagnósticos dos solos no contexto agrônomico.

Bom trabalho!

## Identificação dos horizontes A em uma propriedade agrícola

### Descrição da situação-problema

Você foi contratado para trabalhar como consultor agrícola para uma multinacional de produção de soja para analisar as áreas que podiam vir a ser adquiridas. Nesse contexto, a empresa precisa verificar a viabilidade do local e, portanto, você deverá, inferir inicialmente, analisando os horizontes, uma vez que tais áreas não têm sequer o levantamento e análise de solos, o que prejudica o planejamento do uso da terra. Desse modo, a empresa almeja identificar o quanto antes os horizontes superficiais presentes na propriedade, por isso contratou um especialista na área, que deverá entregar um relatório com os resultados do diagnóstico dos horizontes. Sabe-se que na área há evidências do horizonte A antrópico, pela forma de uso da terra, como a presença de habitações e pasto. No seu relatório técnico, quais informações específicas você deverá incluir acerca desse horizonte?

### Resolução da situação-problema

Você deverá especificar no relatório que o horizonte A antrópico é semelhante aos horizontes A chernozêmico e A húmido, tendo saturação de bases, é variável, diferindo, portanto, desses por apresentar teor de  $P_2O_5$  solúvel em ácido cítrico mais elevado do que na parte inferior do *solum*.

Desse modo, além da obrigatoriedade das evidências da atividade humana, o horizonte A antrópico necessita apresentar, em pelo menos um dos sub-horizontes A, incluindo horizontes intermediários: espessura  $\geq$  a 20 cm, e o conteúdo de fósforo extraível  $\geq$  30 mg Kg<sup>-1</sup> de solo.

**1.** Quando o solo é cortado verticalmente é possível verificar a presença dos \_\_\_\_\_, visto que suas camadas sobrepostas têm uma sequência visível, embora a transição entre elas nem sempre seja bem definida. Sendo assim, a seção vertical do solo, que vai desde a superfície até o material geológico, é intitulada \_\_\_\_\_.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas indicadas no texto-base:

- a) atributos; rocha-mãe.
- b) horizontes; perfil do solo.
- c) saprólitos; horizonte principal.
- d) atributos; perfil do solo.
- e) horizontes; rocha-mãe.

**2.** O horizonte é mineral, relativamente espesso, apresentando cor escura e com alto valor de saturação de bases. A cor do solo deve ter croma igual ou inferior a 3 quando úmido, valores iguais ou mais escuros do que 3 quando úmido e do que 5 quando seco. A saturação de bases (V%) deve ser de 65% ou mais, principalmente com a presença do íon Ca ou Mg.

De acordo com o texto-base, qual o horizonte diagnóstico que se enquadra nas características descritas?

- a) Horizonte hístico.
- b) Horizonte A húmico.
- c) Horizonte A antrópico.
- d) Horizonte A chernozêmico.
- e) Horizonte A moderado.

**3.** Avalie as afirmativas a seguir acerca dos horizontes diagnósticos:

I. As características morfológicas servem de parâmetro para classificação definitiva de um solo, tais como as cores úmidas e secas dos horizontes superficiais e as cores úmidas dos subsuperficiais.

II. O solo com um perfil completo e bem desenvolvido tem cinco tipos de horizontes, chamados de horizontes principais, reconhecidos pelas letras maiúsculas: H ou O, A, E, B e C.

III. Na descrição dos horizontes do solo as letras minúsculas se referem a alguma característica específica da camada. Da mesma forma, a letra “o” se refere à grande quantidade de resíduos orgânicos decompostos.

IV. O horizonte A tem aspecto normalmente escuro devido às quantidades elevadas de húmus.

Assinale a alternativa que apresenta somente as afirmativas verdadeiras:

- a) I e III, apenas.
- b) I e IV, apenas.
- c) II e IV, apenas.
- d) I, II e III, apenas.
- e) II, III e IV, apenas.

## Horizontes diagnósticos subsuperficiais: tipos de horizonte B

### Diálogo aberto

Olá, aluno!

Vamos continuar nosso estudo sobre o perfil do solo. Nesse sentido, continuaremos analisando seus principais parâmetros e estudando especificamente sobre os horizontes subsuperficiais, os quais são fundamentais para o diagnóstico taxonômico do solo!

Porém, primeiramente, vamos lembrar a proposta lançada no início da unidade: você trabalha como consultor agrícola, sendo especialista na área de identificação de horizontes diagnósticos, bem como no manejo do solo. Diante desse quadro, você foi convidado para trabalhar em um projeto de mapeamento de solos e sua função é realizar o diagnóstico dos horizontes, bem como definir sua capacidade agrícola.

Portanto, o projeto consistirá em construir uma referência de perfis de horizontes de várias sub-regiões do estado em questão, contando com a caracterização e descrição dos horizontes corretamente. Portanto, o procedimento consiste em três etapas, de modo que, a partir desse momento você irá realizar a segunda, intitulada “Identificação dos principais horizontes Subsuperficiais”.

Nesse contexto, você foi realizar o diagnóstico dos horizontes de uma propriedade de plantio de soja, localizada na região Centro-Oeste do Brasil, em propriedade que realiza o plantio direto e não possui sistema de irrigação, com declividade de 10% e precipitação total anual de 1000 mm.

No local, avaliou-se a seguinte situação: as plantas estavam com aspecto murcho e o solo local, após coleta com auxílio de um trado e análises em laboratório, pode ser classificado como Latossolo vermelho-amarelo de textura grosseira.

Para compreender melhor, é aberta uma trincheira, em que é possível verificar-se o horizonte subsuperficial. Nota-se que havia uma restrição do sistema radicular no horizonte B latossólico. Por meio desses aspectos citados, foi possível inferir que o baixo vigor das espécies vegetais ocorria em decorrência de estresse hídrico.

Dessa forma, o agricultor faz os seguintes questionamentos: qual a relação do tipo de solo com o murchamento das plantas? O que pode estar ocasionando o mal desenvolvimento das raízes no horizonte B latossólico? Quais as limitações

desse solo e as indicações de manejo? Além disso, você deverá informar quais as vantagens do Latossolo para o cultivo agrícola quando bem manejados.

Nesta seção iremos nos aprofundar no conhecimento acerca dos horizontes subsuperficiais, conhecendo os principais atributos do solo que são levados em consideração na classificação desses horizontes. Portanto, iremos aprender com mais detalhes os conteúdos referentes aos horizontes subsuperficiais B, incluindo: textural, latossólico, incipiente, nítico, espódico e plânico.

Bom estudo!

### Não pode faltar

Muito bem aluno, a partir de agora vamos ver com mais detalhes os conteúdos referentes aos horizontes subsuperficiais! Boa leitura!

O horizonte B é definido como mineral subsuperficial, localizado subjacente ao horizonte E, A ou H. É formado por partes desagregadas da rocha matriz, sendo constituído pelo acúmulo de argila, Fe e Al. Ainda, é formado por propriedades pedogenéticas mais estáveis, das quais são utilizadas para definir classes de solo.



#### Exemplificando

O tipo de horizonte B está diretamente relacionado com as classes de solos. Como exemplo, a dispersão da argila no horizonte A e posterior acúmulo no horizonte B textural é característico dos Argissolos (PRADO, H. do, [s.d.]).

Desse modo, esse horizonte é utilizado para classificar o solo visto que sofre pouca influência do manejo, quando comparado com o horizonte superficial, por exemplo. Assim, o horizonte B é considerado diagnóstico de subsuperfície, pois apresenta grau máximo de desenvolvimento de suas características. Para fins de análise do perfil, se o solo não possui o horizonte B em subsuperfície deve-se usar o horizonte C como diagnóstico, e, em casos de ausência do horizonte B e C, finalmente recomenda-se utilizar o horizonte A como diagnóstico (PRADO, 1995).



#### Assimile

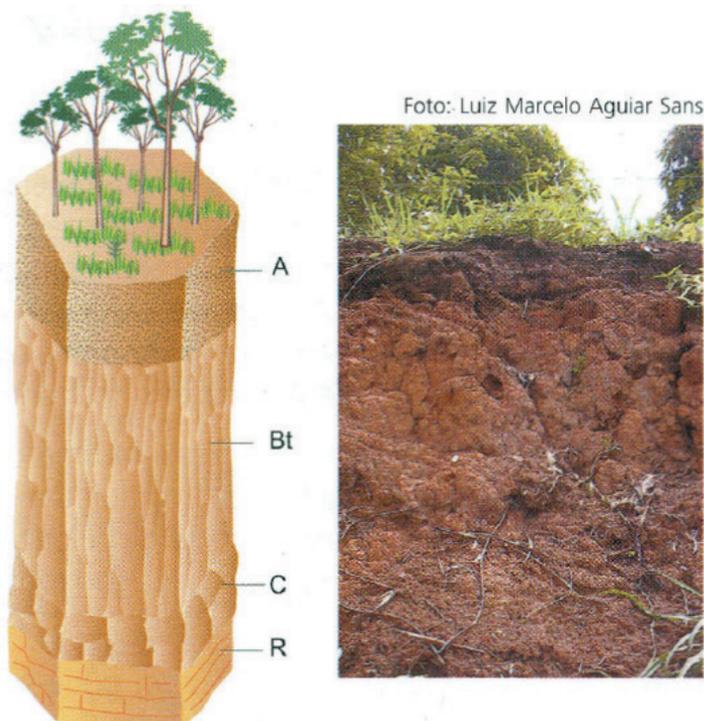
Segundo Prado (1995), o horizonte B apresenta grande importância agrícola, pois grande parte das plantas cultivadas utiliza o mesmo para obtenção de água e nutrientes.

O horizonte B é analisado segundo sua cor, espessura, quantidade de minerais, textura, estrutura e drenagem (DIAS, 1995). Desse modo, iremos conhecer alguns horizontes minerais subsuperficiais, incluindo: B textural, latossólico, Incipiente, Nítico, Espódico e Plânico, dos quais veremos com mais detalhes a seguir.

**O Horizonte B Textural (Bt)** (Figura 2.2) apresenta textura francoare-nosa, onde ocorre acréscimo de argila (fração < 0,002 mm). O acúmulo de argila pode ocorrer devido aos processos herdados do material de origem. Pode ocorrer também em virtude da destruição de argila no horizonte A, bem como devido à perda de argila no horizonte A por erosão diferencial, caracterizada pelo desgaste desigual dos corpos rochosos que podem ser ocasionados tanto pelo intemperismo químico ou desgaste mecânico.

Vale ressaltar que o conteúdo do horizonte B textural é maior que do horizonte A ou E, podendo também ser maior que o do horizonte C. Este horizonte pode ser encontrado à superfície do solo, em virtude de algum processo erosivo (SANTOS *et al.*, 2018).

Figura 2.2 | Representação de solos com horizonte B textural



Fonte: Santana e Sans (2008, p. 22).

Alguns atributos são fundamentais na classificação do horizonte Bt como a cerosidade. Como já vimos anteriormente, consiste em uma fina camada de argila depositada na superfície dos agregados, apresentando aspecto lustroso e com brilho graxo. Desse modo, serve para identificar horizonte Bt. No entanto, analisar exclusivamente a ocorrência de cerosidade pode não ser a única alternativa para classificá-lo como horizonte Bt, necessitando, portanto, associar com outros critérios, como espessura dos horizontes e aumento da quantidade de argila total do horizonte superficial para B, por exemplo.

Diante do quadro apresentado, vale ressaltar que o processo de cerosidade é formado quando ocorre o translocamento de argila silicada do horizonte A para o B, das quais se depositam nas superfícies dos agregados do horizonte B. Neste caso, tem-se, portanto, a formação de um solo B textural.

E qual a aplicação desses conhecimentos na classificação dos solos? Podemos citar, por exemplo, os Argissolos. Os mesmos têm como característica diferencial a presença do horizonte B textural, onde a transição entre os horizontes A e Bt é frequentemente clara, abrupta ou gradual (SANTOS *et al.*, 2018). Conheceremos mais sobre cada uma das ordens dos solos brasileiros no decorrer dos nossos estudos.



### Pesquise mais

A compactação se constitui como um sério risco ao desenvolvimento das culturas agrícolas ao reduzir o fluxo de água e ar no solo e comprimento radicular.

Além do mais, a compactação tem sido indicada como a principal causa da degradação física dos solos, fato ocasionado pela redução de seu espaço poroso. O artigo indicado a seguir trata da influência da compactação de um Latossolo no sistema radicular de plantas de milho.

BERGAMIN, A. C. *et al.* Compactação em um Latossolo Vermelho Distroférrico e suas relações com o crescimento radicular do milho. **Revista Brasileira de Classificação do Solo**, v. 34, p. 681-691, 2010.

Sobre os requisitos que caracterizam o horizonte B, é importante frisar que se formam sob o horizonte superficial e apresentam diversas características específicas. O horizonte B textural pode apresentar diversas condições relacionadas a sua espessura, tais como:

- Possuir no mínimo 10 % das somas das espessuras dos horizontes sobrejacentes, e no mínimo 7,5 cm;

- Apresentar 15 cm ou mais se a soma dos horizontes A e B for maior que 150 cm;
- Possuir 15 cm ou mais se a textura do horizonte E ou A for areia franca ou areia;
- Em casos que o horizonte B seja inteiramente constituído por lamelas, estas devem apresentar em conjunto com espessura maior que 15 cm;
- Apresentar espessura no mínimo de 7,5 cm se as condições citadas no primeiro e último item não forem atendidas.



### Pesquise mais

Você pode pesquisar mais acerca dos critérios específicos que definem o horizonte B textural no SiBCs, no tópico sobre horizontes subsuperficiais (B textural). Neste ponto são esclarecidos diversos critérios que definem o horizonte B textural, no que se refere ao incremento de argila total do horizonte A para o B (SANTOS *et al.*, 2018).

Outros requisitos devem ser atendidos, tais como: presença de horizonte E no *sequum*, acima do horizonte B e grande aumento de argila do horizonte A para o B (mudança textural abrupta).



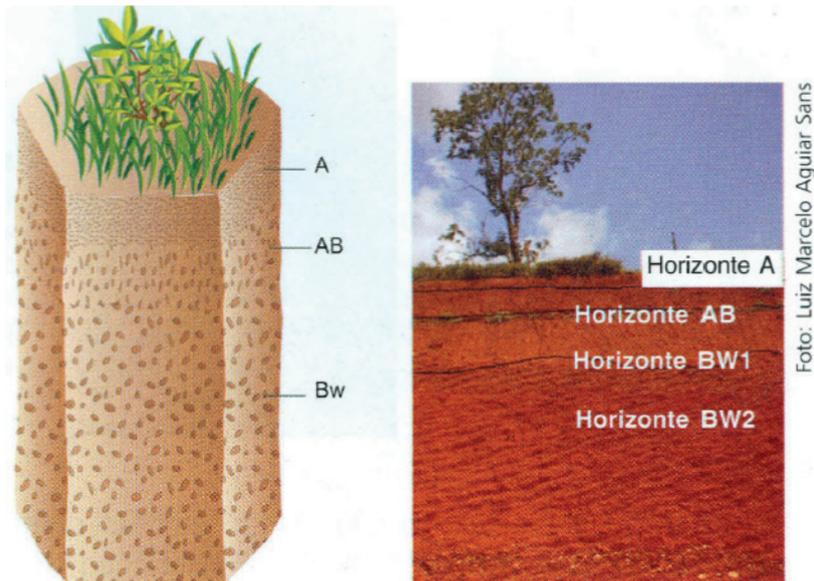
### Vocabulário

O solo é formado por sequências tridimensionais, constituído pelo *sequum vertical* e o *sequum horizontal*. O primeiro citado é constituído pelas camadas do solo, já o segundo se refere a uma sucessão contígua de corpos de solos na direção horizontal (RANDALL; SHARON, 2005).

**O Horizonte B Latossólico (Bw)** (Figura 2.3) possui características que configuram um alto estágio de intemperismo. Geralmente, o horizonte B latossólico é formado por diferentes quantidades de óxidos de Fe e Al, argilo-minerais 1:1, quartzo, bem como por outros minerais mais resistentes ao intemperismo (SANTOS *et al.*, 2018).

O horizonte Bw ocorre logo abaixo do horizonte A, e a quantidade de argila permanece constante ao longo do perfil, ou aumenta levemente, mas não o bastante para se configurar como horizonte Bt, apresentando pouca diferenciação entre os sub-horizontes (CARVALHO *et al.*, 2002).

Figura 2.3 | Representação de solos com Horizonte B latossólico



Fonte: Santana e Sans (2008, p. 23).

Baseado no SIBCS (SANTOS *et al.*, 2018), o Bw deve seguir alguns critérios, como:

- Espessura mínima de 50 cm; textura francoarenosa ou mais fina e baixos teores de silte;
- Estrutura fraca, moderada ou forte; se apresentar cerosidade, no máximo pouca e fraca; a CTC deve ser inferior a  $17 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  de argila, sem correção para carbono;
- Relação molecular  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  (Ki) no horizonte B latossólico  $< 2,2$ ; deve apresentar menos que 5% do volume constituído com rocha original;
- Apresentar menos de 4% de minerais que são menos resistentes ao intemperismo ou menos de 6% de muscovita na fração areia (referido à TFSA), podendo conter na fração  $< 0,05 \text{ mm}$  (silte + argila) exclusivamente pequenas quantidades de ilitas ou de argilo-minerais interestratificados.

De modo geral, pode se afirmar que o horizonte B latossólico se encontra abaixo de qualquer horizonte superficial, com exceção do horizonte Hístico (SANTOS *et al.*, 2018).



## Assimile

Outro processo que podemos citar em relação ao horizonte B latossólico se refere à **latolização**, em que tal consiste na remoção de sílica e bases do perfil. Desse modo, solos oriundos desse processo apresentam horizonte B latossólico (CARVALHO *et al.*, 2002).

Outro aspecto importante que podemos explicar é que o horizonte B latossólico é diagnóstico exclusivo para classificação de Latossolos, sendo estes presentes em mais de 35% do território brasileiro, como já vimos anteriormente (OLIVEIRA, 2011; SANTOS *et al.*, 2011).

É importante frisar que, no geral, apresentam baixa fertilidade com acidez e teor de alumínio elevado. No entanto, apresentam boas condições para o uso agrícola, devido à boa permeabilidade (por serem bem estruturados e muito porosos). Porém, vale ressaltar que, devido aos mesmos aspectos físicos apresentam baixa retenção de umidade, principalmente aqueles com textura mais grosseira e localizados em ambientes mais secos. Além do mais, apresentam grande potencial agrícola, devido as suas condições físicas e relevo suave, sendo amplamente utilizados para produção de grãos, tais como: soja, milho, arroz, entre outros. Já no que se refere suas limitações químicas, é caracterizado com baixa fertilidade, além da baixa retenção de umidade (SANTOS; ZARONI, [s.d.]).

Desse modo, baseado nas características apresentadas, o manejo dos latossolos requer uso de adubação e correção da acidez, bem como a utilização da irrigação em clima mais seco, conforme a exigência da cultura. Nota-se ainda que são resistentes aos processos erosivos, devido às boas condições físicas. Porém, quando se faz uso intensivo de maquinário agrícola, esses solos passam a ficar compactados, e conseqüentemente mais suscetíveis à erosão (SANTOS; ZARONI, [s.d.]).

**O Horizonte B Incipiente (Bi)** encontra-se subjacente ao horizonte A, Ap ou AB, sofrendo alteração física e química em grau não muito avançado, mas sendo suficiente para o desenvolvimento de cor e/ou unidades estruturais. Nestas condições, mais da metade do volume de todos os sub-horizontes não devem apresentar material com estrutura da rocha original (SANTOS *et al.*, 2018).

O horizonte B incipiente apresenta no mínimo 10 cm de espessura, com alta variação de atributos, o que configura o grau de intemperismo pouco acentuado, dificultando, portanto, o estabelecimento de um comportamento padrão. Vale ressaltar que não apresenta textura areia e nem areia franca, predominando as texturas média e argilosa.

Além do mais, como critério de identificação, não deve apresentar cimentação, endurecimento, ou consistência quebradiça quando húmido. Outro

aspecto se refere à dominância de cores brunadas (cores amarelas avermelhadas), amareladas e avermelhadas, podendo apresentar ou não mosqueados, bem como cores acinzentadas com mosqueados, em consequência da segregação de óxidos ferro. Assim como o latossólico, apresenta textura francoarenosa ou mais fina (SANTOS *et al.*, 2018).

Embora o B incipiente apresente características morfológicas semelhantes ao B latossólico, se difere deste nos seguintes aspectos: capacidade de troca de cátions, sem correção de C, de  $17 \text{ cmol}_e \text{ kg}^{-1}$  de argila ou maior; 4% ou mais de minerais menos resistentes ao intemperismo ou 6% ou mais de muscovita (determinados na fração areia e referido à TFSA); relação  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  (Ki) maior que 2,2; espessura menor que 50 cm; e 50% ou mais do volume do horizonte com estrutura da rocha original (SANTOS *et al.*, 2018). Apresenta-se como horizonte diagnóstico obrigatório no primeiro nível categórico para classificação dos Cambissolos (OLIVEIRA, 2011).

O **Horizonte B nítico** é não hidromórfico, apresentando diagnóstico obrigatório para classificação da ordem dos Nitossolos (OLIVEIRA *et al.*, 2011). A textura é argilosa ou muito argilosa, sem acréscimo de argila do horizonte A para o B ou com pequeno incremento, apresentando relação textural B/A sempre igual ou inferior a 1,5. Em outras palavras, o incremento de argila não é suficiente para caracterizar a relação textural B/A do horizonte B textural. Além do mais, este horizonte, quando combinado com o caráter aluminico pode apresentar atividade de argila baixa ou alta (SANTOS *et al.*, 2018).

Em se tratando da estrutura, apresenta grau moderado ou forte, em blocos subangulares e/ou angulares ou prismática, sendo geralmente formada por blocos. Desse modo, a excelente estruturação do horizonte B nítico apresenta boas condições de permeabilidade interna (OLIVEIRA, 2011). A cerosidade é moderada ou forte, com transição gradual ou difusa entre seus sub-horizontes do horizonte B, além do mais, pode se apresentar à superfície em casos de erosão do solo (SANTOS *et al.*, 2018).

Este horizonte deve apresentar espessura a partir de 30 cm, ou apresentar 15 cm ou mais quando o solo apresentar contato lítico ou lítico fragmentário nos primeiros 50 cm a partir da superfície (SANTOS *et al.*, 2018).

O horizonte B espódico (**Bs**, **Bhs**, **Bh**) apresenta espessura mínima de 2,5 cm. Ocorre geralmente sob qualquer tipo de horizonte A ou sob um horizonte E. Além do mais, pode ser encontrado à superfície em casos de solo truncado ou por mistura do horizonte superficial pelo uso agrícola (SANTOS *et al.*, 2018).

Tal diagnóstico exhibe acumulação aluvial de matéria orgânica humificada combinada com  $\text{Al}^{3+}$ , podendo ou não conter ferro. Nota-se ainda que

o alumínio se encontra sempre presente nos horizontes espódicos, sendo essencial para a formação desse horizonte (SANTOS *et al.*, 2018).

A organização da estrutura desse horizonte não é definida, exibindo tipos de estruturas na forma de grãos simples ou maciça, podendo ocorrer também em alguns casos estrutura com fraco grau de desenvolvimento. Além desses aspectos, é comum apresentar partículas de areia e silte total ou parcialmente revestidas com uma fina película de material iluvial (SANTOS *et al.*, 2018).

Em virtude dos compostos iluviais dominantes e do grau de cimentação podem ser caracterizados diferentes tipos de B espódicos, sendo:

- **Bs**, apresenta cores vivas de croma alto, apresentando cores centradas nos matizes 5YR, 7,5YR ou 10YR, com valor 4 ou 5, com no máximo 6, e croma variando de 4 a 8, além do mais é caracterizado pela iluviação de material amorfo, essencialmente alumínio e ferro combinados com baixas quantidades de matéria orgânica iluvial;
- **Bhs**, possui cor com matizes variando de 2,5YR a 10YR, valor do croma de 3/4, 3/6, 4/3 ou 4/4, além do mais, apresenta expressivo acúmulo de matéria orgânica iluvial associados a compostos de Al e Fe;
- **Bh**, tem cores escuras, com valor < 4 e croma < 3, se caracteriza pelo acúmulo iluvial de complexos de matéria orgânica-alumínio, com pouca ou nenhuma evidência de Fe (SANTOS *et al.*, 2018).

Quando o horizonte B espódico apresenta-se sob forma consolidada, é denominado de ortstein, podendo apresentar Bsm, Bhsm ou Bhm. Além disso, pode ocorrer associado ou como variação do B espódico, conhecido como horizonte plácico (horizonte endurecido rico em MO, Fe e Mn). Esse por sua vez se diferencia do ortstein devido à espessura, inferior a 2,5 cm, já que o ortstein apresenta espessura igual ou superior a esse valor.

Em síntese, o horizonte B espódico trata-se de um horizonte iluvial resultante de processos pedogenéticos, sendo a podzolização predominante. Além do mais, o horizonte B espódico é diagnóstico exclusivo da ordem dos Espodossolos (OLIVEIRA, 2011).

**O Horizonte B plânico** possui configuração especial de horizonte B textural, além do mais, é considerado diagnóstico da ordem dos **Planossolos**, podendo exibir ou não caráter sódico, subjacente a horizontes A ou E. Como um dos critérios principais, expõe mudança textural abrupta ou transição abrupta relacionada à relação textural com valor dentro do especificado para o B textural (SANTOS *et al.*, 2018).

A estrutura pode ser do tipo prismática, colunar ou em blocos angulares e subangulares grandes ou médios, e, algumas vezes, estrutura maciça e

permeabilidade lenta. As cores são acinzentadas ou escurecidas, podendo ou não conter cores neutras de redução com mosqueados.

Este horizonte é geralmente adensado, apresentando elevados teores de argila dispersa em água, podendo por sua vez ser responsável pela formação do lençol d'água suspenso e de existência temporária (SANTOS *et al.*, 2018).



### Refleta

Os solos adensados influenciam na capacidade da produtividade agrícola, uma vez que sem o devido manejo, podem acumular água além do necessário, no entanto, dependendo da cultura estas condições podem ser favoráveis ao cultivo, desse modo, qual seria uma solução viável de uso agrícola para solos encharcados?

E por falar em Planossolos, o seu potencial de uso agrícola encontra-se relacionado ao ambiente de ocorrência, principalmente aos relevos planos e suavemente ondulados. Desse modo, os solos hidromórficos podem ser utilizados no cultivo do arroz irrigado. Já no que se refere as suas limitações ou restrições, estas encontram-se relacionadas à permeabilidade lenta ou muito lenta, normalmente adensados devido ao acúmulo de argila em sua superfície (EMBRAPA SOLOS, 2006).

Para sintetizarmos alguns conceitos aprendidos nesta seção, fundamentais para identificação das classes dos solos, observe o quadro a seguir (Quadro 2.1), que demonstra os critérios considerados e a classe correspondente.

Quadro 2.1 | Critérios utilizados na identificação dos horizontes subsuperficiais

Horizontes diagnósticos subsuperficiais	Critérios considerados na classificação	Classe dos solos correspondentes
B Textural	Horizonte mineral subsuperficial resultante do processo de iluviação de argila	Argissolo, Chernossolos e Luvisso
B Latossólico	Horizonte mineral subsuperficial com avançado grau de intemperismo	Latossolo
B incipiente	Apresenta baixo grau de intemperismo, formado com pelo menos 50% do seu volume constituído de material já intemperizado.	Cambissolos
B nítico	Horizonte caracterizado pela baixa relação B/A textural $< 1,5$	Nitossolos
B espódico	Apresenta espessura mínima variável, com alumínio sempre presente, podendo ou não conter ferro.	Espodossolos
B plânico	É um tipo especial de Bt, com ou sem caráter sódico e que apresenta mudança textural abrupta.	Planossolos

Fonte: elaborado pela autora.

Você consegue notar a importância da análise, caracterização e identificação dos horizontes subsuperficiais? Perceba que são ferramentas diagnósticas no processo de classificação do solo, lembrando que a mesma nos auxilia em inferir as informações sobre o uso e manejo da terra.

É importante que você se dedique ao estudo dos horizontes subsuperficiais. Sugerimos, portanto, que faça leituras complementares em artigos científicos, consultando também o site da Embrapa, manual de pedologia do IBGE, bem como o manual do SiBCS.

## Sem medo de errar

Olá, estudante!

Agora que você já adquiriu os conhecimentos necessários, vamos relembrar a situação em que ao visitar uma propriedade que planta soja, você verificou que as plantas estavam com aspecto murcho pela falta de água, uma vez que já havia descartado outros possíveis problemas de manejo. Visando aprofundar a análise, observando a trincheira, é possível verificar-se o horizonte subsuperficial, denominado horizonte B latossólico, que apresentava restrição no desenvolvimento do sistema radicular.

Dessa forma, você deve responder aos seguintes questionamentos: qual a relação do tipo de solo com o murchamento das plantas? O que pode estar ocasionando o mal desenvolvimento das raízes no horizonte B latossólico? Quais as limitações desse solo e as indicações de manejo? Quais as vantagens do Latossolo para o cultivo agrícola quando bem manejados?

Na sua avaliação da propriedade agrícola é importante você ressaltar que o murchamento das plantas está ocorrendo devido às características do tipo de solo, uma vez que, os latossolos apresentam baixa retenção de umidade, devido aos aspectos físicos, principalmente aqueles que apresentam textura grosseira e que estão localizados em ambientes mais secos.

Um dos fatos que pode estar ocasionando o deficiente crescimento das raízes no horizonte subsuperficial B latossólico pode estar relacionado ao tipo de sistema de cultivo implantado, o plantio direto, visto que essa técnica de cultivo pode elevar a densidade do solo, restringindo o sistema radicular das plantas cultivadas.

Os latossolos apresentam boas condições para o uso agrícola, devido à boa permeabilidade por serem bem estruturados e muito porosos, ainda possuem grande potencial para a produção agrícola, devido às suas condições físicas e relevo mais suave, sendo amplamente utilizados para produção de grãos, tais como: soja, milho, arroz, entre outros.

No entanto, é importante frisar que no geral esses solos apresentam algumas restrições, tais como: baixa fertilidade, com acidez e teor de alumínio elevado e baixa retenção de umidade.

Desse modo, baseado nas características apresentadas, o manejo dos latossolos requer uso de adubação e correção da acidez, bem como utilização da irrigação em clima mais seco, conforme a exigência da cultura. Nota-se ainda que são resistentes aos processos erosivos, devido às boas condições físicas. Porém, quando se faz uso intensivo de maquinário agrícola, esses solos passam a ficar compactados, e conseqüentemente mais suscetíveis à erosão.

Caro aluno, ao finalizar esta seção, você entregou o relatório referente à segunda etapa (horizontes subsuperficiais) do projeto para qual você trabalha, até a última etapa!

## Avançando na prática

# Horizonte B plânico

### Descrição da situação-problema

Você foi realizar uma consultoria em uma fazenda de plantio de milho, localizada no Sudeste do Brasil, visto que o agricultor relatou que estava ocorrendo o arqueamento das plantas. Desse modo, você fez uma vistoria para diagnosticar o problema e descartou a relação com manejo ou problemas fitossanitários.

Assim, você partiu para o procedimento básico de análise do solo, e, posteriormente realizou a interpretação dos resultados, caracterizando o mesmo como Planossolo, por meio das características do horizonte B, definido como plânico. Desse modo, você notou que o sistema de drenagem estava sendo ineficiente, ocasionando, portanto, o encharcamento do solo. Logo, qual a explicação você daria ao proprietário? Por que a drenagem é deficiente nesses solos? Qual tipo de cultivo você indicaria ao produtor? Considere que a precipitação anual da região foi além do normal indicado para cultura, acima de 800 mm total anual.

### Resolução da situação-problema

Você deve responder ao proprietário que o arqueamento das plantas está relacionado às questões ambientais ocorridas no ano agrícola, somadas às características do horizonte B plânico é geralmente adensado, apresentando elevados teores de argila dispersa em água, podendo por sua vez ser

responsável pela formação do lençol d'água suspenso. Desse modo, esse tipo de solo apresenta limitações ou restrições, nas quais, estas encontram-se relacionadas à permeabilidade lenta ou muito lenta, normalmente adensadas devido ao acúmulo de argila em sua superfície.

No entanto, uma solução viável para explorar o potencial agrícola dos planossolos, seria o cultivo do arroz irrigado, uma vez que esse tipo de solo (hidromórficos) encontra-se relacionado ao seu ambiente de ocorrência, principalmente aos relevos planos e suavemente ondulados.

## Faça valer a pena

**1.** Este horizonte possui características que configuram um alto estágio de intemperismo, ocorre logo abaixo do horizonte A, apresenta pouca diferenciação entre os sub-horizontes e deve apresentar a sua estrutura com menos de 5% do conteúdo composto da rocha original.

O enunciado do texto-base se refere a qual horizonte?

- a) B incipiente.
- b) Horizonte de transição A/B.
- c) B espódico.
- d) B nítico.
- e) B latossólico.

**2.** O horizonte B espódico apresenta espessura mínima de 2,5 cm, ocorrendo geralmente sob qualquer tipo de horizonte A ou sob um horizonte E. Pode ser encontrado à superfície em casos de solo truncado ou por mistura do horizonte superficial devido ao uso agrícola.

Marque a alternativa correta sobre o horizonte B espódico.

- a) O alumínio se encontra sempre presente nos horizontes espódicos, sendo essencial para a formação desse horizonte.
- b) O horizonte B espódico Bs é caracterizado pela iluviação de material amorfo, essencialmente alumínio e ferro combinados com altas quantidades de matéria orgânica iluvial.
- c) O horizonte B espódico é utilizado como diagnóstico para classificar Planossolos.
- d) O B espódico Bh, se caracteriza pelo acúmulo iluvial de complexos de matéria orgânica-alumínio, com grande quantidade de Fe.
- e) Horizonte caracterizado pela baixa relação B/A textural  $< 1,5$ .

**3.** Relacione a coluna “A” com a coluna “B”, de acordo com as características dos horizontes subsuperficiais:

**Coluna A**

- (1) Horizonte B incipiente
- (2) Horizonte B espódico
- (3) Horizonte B textural
- (4) Horizonte B latossólico

**Coluna B**

- ( ) Fina película de argila depositada na superfície dos agregados, apresentando aspecto lustroso e com brilho graxo.
- ( ) Apresenta espessura mínima de 50 cm, textura francoarenosa ou mais fina e baixos teores de silte.
- ( ) Exibe acumulação aluvial de matéria orgânica humificada combinada com Al, podendo ou não conter ferro.
- ( ) Horizonte com espessura menor que 50 cm, com 5% ou mais do volume do horizonte contendo estrutura da rocha original.

Marque a alternativa que apresenta a sequência correta:

- a) 1, 2, 3 e 4.
- b) 3, 4, 2 e 1.
- c) 1, 4, 2 e 3.
- d) 1, 3, 2 e 4.
- e) 3, 2, 4 e 1.

## Horizontes diagnósticos subsuperficiais: outros horizontes

### Diálogo aberto

Olá, aluno!

Os atributos e horizontes diagnósticos identificados no perfil do solo estão relacionados a características que melhor expressam sua formação, e como consequência são compostos de parâmetros que auxiliam na tomada de decisão do manejo e uso agrícola do solo.

Nesta seção iremos seguir com o estudo dos horizontes subsuperficiais, portanto, vamos resgatar a situação apresentada no início da unidade: você trabalha como consultor agrícola, sendo especialista na área de identificação e manejo do solo. Diante desse quadro, você foi convidado para trabalhar em um projeto de mapeamento de solos, e sua função é realizar o diagnóstico dos horizontes, bem como definir sua capacidade agrícola. Até o momento você já realizou duas etapas do projeto, e, portanto, deverá finalizar seu relatório concluindo a última fase intitulada “Identificação de outros horizontes subsuperficiais”.

Ao realizar a visita técnica na terceira região, você notou que poderia estar ocorrendo uma barreira química que estava limitando o desenvolvimento das raízes do capim. Dessa forma, foram realizadas amostragens do solo e encaminhadas para análises laboratoriais. Assim, foi constatado, ao analisar os resultados químicos, que o horizonte continha materiais sulfídricos formados por compostos de enxofre oxidáveis.

Assim, suponha que os resultados da análise química foram os seguintes: o valor de pH medido em água foi de 3,5, comprovando, portanto, a presença do ácido sulfúrico. Além disso, foi constatado que o horizonte apresentava concentração de jarosita, materiais sulfídricos subjacentes ao horizonte, e, por fim, apresentou 0,05% de sulfato solúvel em água.

Diante da sua análise, qual horizonte pode ser diagnosticado com as informações anteriormente citadas? Quais foram as características do horizonte que você considerou para classificá-lo? Qual o comportamento desse solo quando drenado? Qual a relação da acidez desse solo com o desenvolvimento das raízes?

Diante do contexto apresentado, além de conhecermos os diferentes tipos de horizontes B (vistos na Seção 2.2), também iremos conhecer outros

horizontes subsuperficiais, como: E Álbico, Concrecionário, Plíntico, Litoplíntico, Sulfúrico, Glei, Vértico, Cálcico, Petrocálcico, Duripã e Fragipã.

Lembre-se de que os conteúdos abordados nesta seção serão essenciais para elaboração do seu projeto, desse modo, não deixe de incluir no seu relatório técnico o diagnóstico do horizonte avaliado!

Bom estudo e boa leitura!

## Não pode faltar

Olá, aluno, tudo bem? Vamos retomar nossos estudos dos solos?

No atual cenário são conhecidos diversos avanços na agricultura, e que muitas vezes são ligados ao manejo dos solos, sendo adotados principalmente por sistemas de precisão, correção do solo localizada, plantio direto, entre outros. No entanto, vale ressaltar que a fertilidade do solo não está ligada exclusivamente aos fatores químicos, mas sim quando os atributos químicos, físicos e biológicos se encontram em harmonia, o que por sua vez contribuem para que a planta exerça seu potencial máximo de produção (OLIVEIRA, [s.d.]).

Embora a análise do solo seja um dos procedimentos básicos antes da implantação de culturas agrícolas, é possível encontrar propriedades que não possuem um histórico da fertilidade de suas áreas, e que também geralmente não adotam uma frequência de amostragem do solo, ou ainda não exploram mais do que 20 cm da camada do perfil. Assim, no atual contexto agrícola não se pode pensar em explorar apenas 20 cm do solo, e sim pensar no perfil e estruturação do solo como um todo. Sem falar na capacidade e necessidade de incorporar matéria orgânica nesses perfis por meio de algumas práticas de manejo, tais como: plantio direto, adubação verde, rotação/consórcio de culturas, entre outros. Por fim, tais técnicas permitem a formação de uma melhor bioestruturação física do solo, de forma que se evite a compactação subsuperficial, aumentando também sua porosidade (OLIVEIRA, [s.d.]).

Baseado nos parâmetros apresentados, continuaremos nosso estudo acerca dos horizontes subsuperficiais, verificando, portanto, os aspectos individuais que são verificados ao longo do perfil.

Os diversos atributos identificados nos horizontes se referem não somente às características inerentes, como a constituição mineralógica da argila, por exemplo, mas também pode se referir às propriedades que não fazem parte de sua essência, mas que correspondem a respostas e estímulos (comportamento ou reação evidenciada), como a consistência no estado molhado, por exemplo (SANTOS, ZARONI, [s.d.]).



## Refleta

Vimos nas seções anteriores que a identificação do perfil se inicia levando-se em conta atributos diagnósticos. Desse modo, quais são os atributos que devem ser considerados para classificação dos horizontes diagnósticos subsuperficiais?

Os horizontes subsuperficiais são constituídos de diversas particularidades, como a cor úmida, estrutura, consistência, transição dos horizontes, cerosidade, concreções, superfícies de compressão, presença de lençol freático, profundidade das raízes no perfil, dentre outras (SANTOS, ZARONI, [s.d.]). Desse modo, a partir de agora iremos nos aprofundar no estudo de alguns horizontes subsuperficiais, tais como: E Álbico, Concrecionário, Plíntico, Litoplíntico, Sulfúrico, Glei, Vértico, Cálcico, Petrocálcico, Duripã e Fragipã.

O horizonte **E álbico**, conforme Santos *et al.* (2018, p. 125), usualmente antecede um “horizonte B espódico, textural, plânico, horizonte plíntico, horizonte glei, fragipã ou uma camada impermeável que restrinja a percolação da água”. É importante ressaltar que raramente pode ser horizonte superficial por truncamento do solo (truncado por erosão, em outras palavras, perda do solo). É também um horizonte mineral comumente subsuperficial, em que a segregação ou a remoção de material coloidal mineral e orgânico progride de forma que a cor deste passa a ser determinada pela cor das partículas primárias de areia e silte, e não mais pelos revestimentos presentes nessas partículas.

Quanto a espessura deste horizonte, deverá apresentar no mínimo de 1,0 cm, ao passo que, as cores atendam a algumas exigências. Como deve apresentar o valor no solo úmido maior ou igual a 6 e croma no solo úmido menor ou igual a 3 (SANTOS *et al.*, 2018).

O horizonte **Concrecionário** é mineral e formado por 50% ou mais de volume de material grosseiro, sendo formado principalmente por petroplintita, apresentando nódulos ou concreções de Fe e Al. Para ser considerado diagnóstico deve possuir no mínimo 30 cm de espessura, podendo apresentar os seguintes horizontes: Ac, Ec, Bc ou Cc (“c” representa concreções ou nódulos endurecidos) (IBGE, 2015).



## Saiba mais

A plintita é um material constituído por argila, quartzo, baixa quantidade de matéria orgânica e alto teor de Fe e Al. Quando esse material endurece irreversivelmente passar a ser denominado de petroplintita (PRADO, [s.d.]).

No que se refere à taxonomia, quando um mesmo horizonte coincidentemente atender aos requisitos para o horizonte concrecionário e para os horizontes B (textural, latossólico, nítico, incipiente e plânico), com exceção do B plânico de caráter sódico, horizonte glei ou qualquer tipo de A, o horizonte concrecionário tem precedência taxonômica, ou seja, tem preferência para classificação como horizonte concrecionário dentre os casos anteriormente citados (SANTOS, *et al.*, 2018).

Já o horizonte **Plíntico** é constituído principalmente por plintita em quantidade igual ou superior a 15% (por volume) e espessura de ao menos 15 cm. Pode apresentar aspecto do horizonte mineral B e/ou C, bem como possuir as cores vermelhas e acinzentadas ou brancas, ou ainda com ou sem cores amareladas ou brunadas (SANTOS *et al.*, 2018).

No que diz respeito à textura, Santos e colaboradores (SANTOS *et al.*, 2018) salientam que é francoarenosa ou mais fina e, a estrutura é variável, podendo ser maciça, forma de blocos franca ou moderadamente desenvolvida. Já quando seco, o horizonte plíntico, geralmente apresenta-se compacto que irá de duro a extremamente duro, porém quando úmido é firme ou muito firme. Quando molhado a consistência varia de plástica a pegajosa. Este horizonte apresenta comumente argila de atividade baixa, com relação molecular  $K_i$  entre 1,20 e 2,20.

Quanto à formação deste horizonte, ocorre em terrenos com lençol freático alto ou pelo menos que apresente restrição temporária à percolação da água.



### Assimile

O desenvolvimento de horizontes plínticos é favorecido em regiões quentes e úmidas, com relevo de plano a suave ondulado e em área baixa com depressão, baixadas, terços interiores de encostas e áreas de surgente, pois permitem que o terreno permaneça saturado com água ao menos uma parte do ano, além destes estarem sujeitos às flutuações do lençol freático (SANTOS *et al.*, 2018).

Por regra, caso um mesmo horizonte simultaneamente satisfaça aos requisitos para ser identificado como plânico e horizonte B (textural, latossólico, nítico, incipiente, plânico – excetuando-se plânico de caráter sódico) ou glei”, será identificado como horizonte plíntico (SANTOS *et al.*, 2018).

O horizonte plíntico é constituinte dos Plintossolos e, nesta classe, apresentam restrição à percolação da água, estando sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade (EMBRAPA, 2006). Segundo Anjos (2007), o

impedimento à livre drenagem pode ser resultado da existência de um lençol freático mais superficial em determinado período do ano, ocorrendo em áreas de cotas inferiores com relevo plano, como depressões, baixadas, terços inferiores de encostas, ou devido à existência de camadas concrecionárias ou materiais de textura argilosa, e que por sua vez podem ser encontradas em condições de clima tropical úmido.

O Horizonte **Litoplíntico** é formado por petroplintita contínua ou quase contínua. Este horizonte pode apresentar camada muito fraturada, no entanto existe predomínio de blocos de petroplintita com tamanho mínimo de 20 cm, ou as fendas que aparecem são poucas e separadas entre si por 10 cm ou mais (SANTOS *et al.*, 2018).

Para ser considerado diagnóstico, esse horizonte deve apresentar 10 cm de espessura ou mais. Além disso, apresenta resistência à penetração das raízes, bem como ao fluxo de água. Possui pouca quantidade de matéria orgânica, o que por sua vez o difere do horizonte B espódico cimentado “*ortstein*”.

Em se tratando do horizonte **Sulfúrico**, este é composto de material mineral ou orgânico, apresentando o valor de pH medido em água (1:2,5; solo/água) de 3,5 ou menor, comprovando, portanto, a presença do ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ). Esse horizonte apresenta alguns critérios para sua classificação, tais como: deve apresentar concentração de jarosita (sulfato hidratado de ferro e potássio); possuir materiais sulfídricos imediatamente subjacentes ao horizonte; e ter 0,05% ou mais de sulfato solúvel em água (SANTOS *et al.*, 2018).



### Assimile

Os materiais sulfídricos são formados por compostos de enxofre oxidáveis, podendo ocorrer em solos de origem mineral ou orgânica, ocorrendo por sua vez em áreas encharcadas, apresentando  $pH > 3,5$  (EMBRAPA SOLOS, [s.d.]).

Em relação a cor da jarosita não há especificação, podendo apresentar croma 3 ou maior, não sendo necessariamente requisitada a presença desse mineral. Os horizontes sulfúricos sem jarosita se encontram em materiais com grande quantidade de MO, ou ainda em materiais minerais de menor idade geológica e que atualmente encontram-se expostos à superfície (SANTOS *et al.*, 2018).

Segundo Santos *et al.* (2018), um horizonte sulfúrico é formado pela oxidação de materiais minerais ou orgânicos em sulfetos, resultantes da drenagem, sendo mais comum a artificial. Assim, esse horizonte apresenta

condições de alta acidez, sendo tal aspecto altamente tóxico para a maioria das plantas.

Vale ressaltar que o horizonte sulfúrico é formado por uma barreira química que limita o enraizamento em profundidade adequada das plantas, exceto daquelas que são adaptadas naturalmente.

Além do mais, esses solos quando drenados apresentam condições aeróbicas, passando, portanto, de aspecto alcalino para excessivamente ácido. Isso ocorre devido à oxidação dos sulfetos, gerando a formação do  $H_2SO_4$ , e conseqüentemente se eleva o valor da condutividade elétrica, o que provoca a toxidez de alguns micronutrientes especialmente ferro e manganês (PRADO, [s.d.]).



### Exemplificando

O horizonte sulfúrico também pode ser formado em locais que tenham sofrido alguma perturbação, como exemplo, resultado da mineração de superfície, tais como: construção de estradas, dragagem ou outras operações que envolvam o movimento da terra.

O **processo** pedogenético de sulfurização, conhecido também como tiomorfismo, consiste na oxidação de sulfetos presentes em alguns sedimentos alagadiços litorâneos, quando tais são drenados. Assim, durante esse processo, forma-se o ácido sulfúrico, que por sua vez contribui a acidez do solo e a dissolução de minerais, dificultando ou inviabilizando o desenvolvimento das plantas. Os solos desenvolvidos por esse processo são conhecidos como solos tiomórficos, que apresentam um horizonte sulfúrico em sua constituição, como exemplo, os Gleissolos Tiomórficos e os Organossolos Tiomórficos (BATISTA *et al.*, 2018).

O Horizonte **Glei** embora seja subsuperficial, eventualmente também pode ser superficial. Apresenta espessura de 15 cm ou mais e menos de 15% de plintita. Uma das principais características se refere à redução de ferro e o predomínio do estado reduzido, além do mais, é caracterizado pelas cores neutras, podendo ou não apresentar mosqueados de cores mais vivas (BEZERRA, 2006).

Um dos principais aspectos se refere à forte influência do lençol freático, apresentando regime de umidade redutor. Geralmente tem saturação de água durante o ano todo, associado à demanda de oxigênio pela atividade biológica (BEZERRA, 2006).

Em se tratando da sua constituição, é composto por material de qualquer

classe textural. Ao apresentar estrutura com agregação, as faces dos elementos estruturais podem possuir cor acizentada, azulada ou esverdeada. Já na ausência de elementos estruturais, a matriz do horizonte (fundo) apresenta croma 1 ou menor, podendo ou não ter mosqueados. Contudo, o horizonte Glei pode ser um horizonte C, B, E ou Hístico ou A, com exceção do fraco (BEZERRA, 2006).

Os solos minerais inorgânicos encontram-se distribuídos por todo país, podendo ser encontrados em ambientes específicos, como em áreas que apresentam restrição de drenagem, como visto na classe dos Gleissolos (horizonte glei presente), sendo típicos de áreas de mangue (BATISTA *et al.*, 2018).

Os vertissolos apresentam obrigatoriamente o horizonte vértico, do qual possui feições pedológicas típicas, conhecidas como as superfícies de fricção (*slickensides*) (Figura 2.4). Além disso, esse horizonte possui fendas em algum período mais seco do ano, com pelo menos 1 cm de largura (SANTOS *et al.*, 2018).

Figura 2.4 | *Slickenside* em Vertissolo

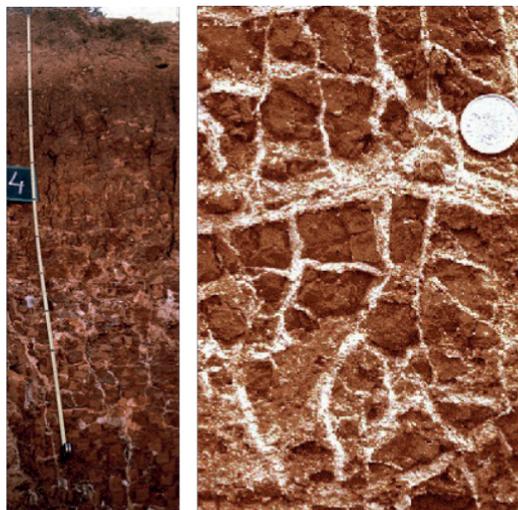


Fonte: Ladeira *et al.* (2008, p. 4.815).

A espessura do horizonte deve apresentar no mínimo 20 cm para ser considerado diagnóstico. Em se tratando da textura, a mais frequente varia de argilosa a muita argilosa, com pelo menos  $300 \text{ g kg}^{-1}$  de argila. Tem aspecto duro ou extremamente duro quando seco, e quando molhado, aspecto plástico e pegajoso. A cor pode ser variada, desde cor escura até amarelada. Além do mais, pode coincidir com os horizontes AC, B ou C. Por fim, vale ressaltar que o horizonte vértico tem precedência diagnóstica sobre os horizontes B incipiente, nítico e glei (SANTOS *et al.*, 2018).

O horizonte **Cálcico** (Figura 2.5) apresenta espessura de 15 cm ou mais sendo constituído pelo acúmulo de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) geralmente no horizonte C, podendo também ocorrer no horizonte B ou A. É enriquecido com carbonato de cálcio secundário, devendo apresentar  $150 \text{ g kg}^{-1}$  ou mais de  $\text{CaCO}_3$  equivalente, com no mínimo  $50 \text{ g kg}^{-1}$  a mais de carbonato que o horizonte ou a camada subjacente (SANTOS *et al.*, 2018).

Figura 2.5 | Horizonte cálcico

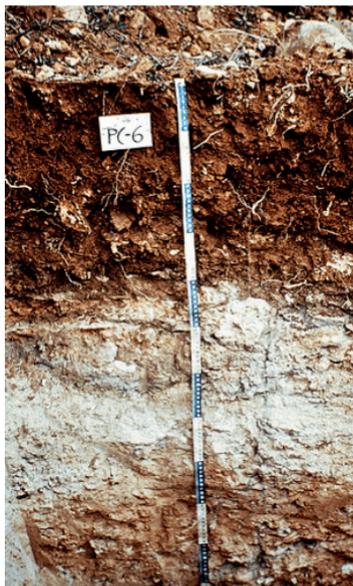


Fonte: <http://edafologia.ugr.es/carbonat/recursos/vetas2.gif>. Acesso em: 26 nov. 2018.

Por fim, o último requisito citado é expresso em volume, se o carbonato secundário do horizonte cálcico ocorre como cascalhos, concreções ou ainda na forma pulverulenta. Já se tal horizonte cálcico se encontra sobre mármore, marga ou outros materiais altamente calcícticos,  $400 \text{ g kg}^{-1}$  ou mais de  $\text{CaCO}_3$  equivalente, a porcentagem de carbonatos não precisa decrescer na profundidade do perfil.

Outro horizonte que também é influenciado pela quantidade de  $\text{CaCO}_3$  é o **petrocálcico** (Figura 2.6). Este por sua vez aparece como horizonte contínuo caracterizado pela consolidação e cimentação de um horizonte cálcico enriquecido por carbonato de cálcio, ou em alguns locais com carbonato de magnésio. Desse modo, progressivamente torna-se um horizonte endurecido e maciço, que passa a ser reconhecido como petrocálcico, em que tal evidencia o avanço evolutivo do processo de calcificação (SANTOS *et al.*, 2018).

Figura 2.6 | Horizonte petrocálcico



Fonte: <http://edafologia.ugr.es/cartotema01/imagenes/petrocal.gif>. Acesso em: 26 nov. 2018.

Desse modo, o horizonte é continuamente cimentado em todo o perfil, de modo que fragmentos secos imersos em água não fraturam. E quando secos, não permitem a penetração da pá ou do trado. Tem aspecto maciço e estrutura laminar, além de ser muito duro e firme.

É importante ressaltar que nesse horizonte os poros não capilares encontram-se obstruídos, desse modo, o horizonte não permite a penetração das raízes, exceto ao longo de fraturas verticais, distantes entre si por 10 cm ou mais. Além disso, deve apresentar espessura mínima superior a 10 cm, no entanto, há exceção no caso de horizonte laminar sobre rocha consolidada, sendo considerado um horizonte petrocálcico ao apresentar espessura igual ou maior que 1,0 cm.

O **Fragipã** tem aspecto endurecido quando seco, contínuo ou presente em 50% ou mais do volume de outro horizonte. Geralmente apresenta textura média, baixa quantidade de matéria orgânica e pode estar subjacente a um horizonte B espódico/textural ou horizonte álbico (SANTOS *et al.*, 2018).

Em condições de umidade, o fragipã apresenta uma quebracidade de fraca a moderada, e sua estrutura tem tendência de se romper subitamente em condições de pressão. Ao sofrer imersão em água, um fragmento seco se apresenta menos resistente, podendo apresentar fraturas e se esborra em um curto intervalo de tempo, cerca de duas horas.

Vale ressaltar que esse horizonte é normalmente mosqueado e pouco permeável à água. Ao apresentar textura média ou argilosa, ao mesmo tempo pode ter partes esbranquiçadas, sendo tais características comuns a um ambiente de redução. Por fim, o fragipã prejudica ou impede a penetração das raízes, bem como da água no horizonte em que ocorre (SANTOS *et al.*, 2018).

No trabalho realizado na região semiárida brasileira em depressões de tabuleiros costeiros, os autores descreveram morfologicamente as trincheiras abertas para análise, e constataram que a formação de horizontes endurecidos estaria ligada à evolução das depressões, aos processos de hidromorfia e à translocação de materiais minerais e orgânicos. Veja um exemplo de características dos solos de depressão identificados no Nordeste brasileiro com fragipã presente (Figura 2.7).

Figura 2.7 | Síntese das características morfológicas dos solos de depressão

Horizonte	Profundidade	Cor	Estrutura	Textura	Coesão	Porosidade	Observações
Munsell							
cm							
Argissolo Amarelo distrófico latossólico - Perfil da borda da depressão							
1 Ap	0-30	10YR4/2	bl. cm.	md	md/fr	f.	
2 AB	30-50	10YR6/3	maç.	md	fr	f.	frt. pol.
3 Bt	50-100	10YR6/8	maç.	arg.	md	f.	com rede 2.5YR3/4
L. plaq.	85-100	2.5YR3/4					desc. ond. matriz: Bt (3)
4 Bt	100-135	10YR5/7	bl. dm.	arg.	md	f.	com nm. vol. fragip. 10YR6/7
L. plaq.	135-138	2.5YR3/4					com desdobramentos
5 Bw	138-200	10YR6/8	micgr.	arg.	md	mf	com nm. vol. cm. fragip. 10YR6/6
Argissolo Amarelo distrófico fragipânico - Perfil da parte central da depressão							
1 Ap	0-30	10YR4/2	bl. cm.	md	md/fr	f.	
3 Bt	50-80	10YR6/5	maç.	arg.	md	f.	vol. dm. fragip. q. cont.
6 Btx	80-110	2.5Y8/4	bl. dm.	arg.	f.	fr.	fragipã
bd.ferr.	110-112	10R3/6-4/8	maç.				
7 Btx	112-130	2.5Y8/6	bl. dm.		md		fragipã menos coeso
8 Btx	130-170	2.5Y7/6	bl. m.	arg.	fr.		fragipã pouco evoluído
4 Bt	170-190	10YR5/7	bl. dm.	arg.	md	f.	com vol. dm. fragip.
5 Bw	190-	10YR6/8	micgr.	arg.	md	mf	

Os números da primeira coluna referem-se aos horizontes da Figura 2a.1. plaq.: linha de plaquetas ferruginosas; bd. ferr.: banda ferruginosa. Estrutura: bl.cm.: blocos centimétricos; maç.: maciça; bl. dm.: blocos decimétricos; micgr.: microagregado. Textura: md: média; arg.: argilosa. Coesão: fr: fraca; md: média; f.: forte. Porosidade: mf: muito forte; f.: forte; fr: fraca. Observações: frt. pol.: fratura polidétrica; c/: com; desc.: descontinua; ond.: ondulada; nm.: numerosos; vol. cm. fragip.: volumes centimétricos de fragipã; vol. dm. fragip.: volumes decimétricos de fragipã; vol. fragip. q. cont.: volumes de fragipã quase contínuos.

Fonte: Fillzola *et al.* (2001, p. 953).

Já o **Duripã** é um horizonte cimentado, contínuo ou presente em 50% ou mais do volume de outro horizonte que apresente grau variável de cimentação de sílica. Além disso, pode conter óxido de Fe e  $\text{CaCO}_3$ . Como consequência, esse horizonte apresenta aparência variada, no entanto, todos quando úmidos têm consistência muito firme e sempre são quebradiços, mesmo em condições de longo umedecimento (SANTOS *et al.*, 2018).

Dentre as principais características desse horizonte tem-se: cimentação forte, em que os fragmentos não se esborram, mesmo com um longo período de umedecimento; os revestimentos de sílica de alguns poros são insolúveis em solução de HCL 1 mol L<sup>-1</sup>, mas são solúveis em solução concentrada e

aquecida de KOH, ou ainda com adição alternada de ácido e álcali; e as raízes não perfuram a parte cimentada, a não ser ao longo de fraturas verticais que se distanciam de 10 cm ou mais (SANTOS et al., 2018).

Os solos que apresentam horizonte duripã são mais comuns em regiões de semiárido, ocorrendo em Neossolos Regolíticos e raramente em Planossolos. No que se refere a sua capacidade agricultável, estes solos podem apresentar dois aspectos, um positivo e um negativo. Desse modo, quando o duripã ocorre em profundidade maior que um 1 m, o solo tem a capacidade de acumular água, o que por sua vez poderá ser útil às culturas agrícolas, visto que nessa condição funciona como uma barragem subterrânea. Já quando o horizonte é pouco profundo ou raso (até 1 m de profundidade), pode causar encharcamento no período das chuvas, impedindo o crescimento das raízes. Logo, o uso para fins agrícolas vai depender da profundidade dele (BATISTA et al., 2018).

Os horizontes fragipã e duripã se diferenciam entre si segundo o grau de coesão, sendo avaliado pela dureza e capacidade de fragmentação do material quando é imerso em água. Deste modo, no fragipã o fragmento seco apresenta aspecto menos resistente quando imerso em água, podendo apresentar fraturas e se esborra no pequeno espaço de tempo. Já no duripã, o processo de cimentação é forte, de forma que os fragmentos secos não se esborram, mesmo com um longo período de umedecimento (MOREAU et al., 2006).



### Saiba mais

Os fragipãs e duripãs têm sido verificados na região Nordeste do Brasil, tanto em solos da zona úmida costeira como em solos do ambiente semiárido.

Chegamos ao fim de mais uma unidade! Esperamos que você tenha conseguido assimilar os conteúdos aqui apresentados e se aprofunde cada vez mais na classificação dos solos! Não deixei de rever os conteúdos e tirar quaisquer dúvidas que possam surgir!

Caro aluno, vamos verificar se você fixou os conteúdos abordados nesta seção?

Portanto, vamos resgatar a situação exposta: ao realizar a visita técnica na terceira região você notou que poderia estar ocorrendo uma barreira química que estava limitando o desenvolvimento das raízes do capim.

Dessa forma, foram realizadas amostragens do solo e encaminhadas para análises laboratoriais. Assim, foi constatado, ao analisar os resultados químicos, que o horizonte continha materiais sulfídricos formados por compostos de enxofre oxidáveis.

Assim, suponha que os resultados da análise química foram as seguintes: o valor de pH medido em água foi de 3,5, comprovando, portanto, a presença do ácido sulfúrico. Além disso, foi constatado que horizonte apresentava concentração de jarosita, materiais sulfídricos subjacentes ao horizonte, e, por fim, apresentou 0,05% de sulfato solúvel em água.

Portanto, diante da sua análise, qual horizonte pode ser diagnosticado com as informações anteriormente citadas? Quais foram as características do horizonte que você considerou para classificá-lo? Qual o comportamento desse solo quando drenado? Qual a relação da acidez desse solo com o desenvolvimento das raízes?

O horizonte que você identificou apresenta características do horizonte sulfúrico, uma vez que este é formado por compostos de enxofre oxidáveis. Além disso, um horizonte para ser classificado como sulfúrico, deve ser formado por material mineral ou orgânico, apresentando o valor de pH medido em água (1:2,5; solo/água) de 3,5 ou menor, comprovando, portanto, a presença do  $H_2SO_4$ . Além disso, esse horizonte deve possuir alguns critérios para sua classificação, tais como: deve apresentar concentração de jarosita (sulfato hidratado de ferro e potássio); possuir materiais sulfídricos subjacentes ao horizonte; e ter 0,05% ou mais de sulfato solúvel em água.

Os materiais sulfídricos são formados por compostos de enxofre oxidáveis, podendo ocorrer em solos de origem mineral ou orgânica, ocorrendo por sua vez em áreas encharcadas, apresentando  $pH > 3,5$ .

Os solos com horizonte sulfúrico quando drenados apresentam condições aeróbicas, passando, portanto, de aspecto alcalino para excessivamente ácido. Isso ocorre devido à oxidação dos sulfetos gerando a formação do ácido sulfúrico, e conseqüentemente se eleva o valor da condutividade elétrica, o que por sua vez provoca a toxidez de alguns micronutrientes, especialmente Fe e Mn. Assim, tal horizonte possui aspecto de alta acidez, sendo tal aspecto altamente tóxico para a maioria das culturas.

Por fim, vale ressaltar que o horizonte sulfúrico é formado por uma barreira química que limita o enraizamento em profundidade adequada das plantas, exceto daquelas que são adaptadas naturalmente.

Contudo, ao finalizar o estudo desta seção você pode entregar o relatório da última etapa do projeto, composto pelo estudo dos horizontes diagnósticos subsuperficiais.

## Avançando na prática

# Análise de horizonte litoplântico de um Plintossolo

### Descrição da situação-problema

Você, engenheiro agrônomo, foi contratado por uma cooperativa para avaliar a lavoura dos cooperados que possuem plantio de milho em uma área de 50 hectares, estando estas localizadas na região Nordeste de Goiás.

A solicitação da consultoria foi ocasionada devido à baixa produtividade dos plantios em relação a outros mercados, portanto, os produtores desejam fazer uma investigação para solucionar a problemática.

Dessa forma, você fez a verificação da área, analisando o histórico do uso da terra, verificando as condições de manejo e possíveis problemas fitossanitários, e, ao analisar o solo e as plantas, constatou o mal desenvolvimento das raízes considerando a fase vegetativa do plantio.

Nesse contexto, foram descartadas as hipóteses de ser por ataque de pragas ou doenças ou até mesmo pela falta de adubação. Além disso, foi observado por meio de análises físico-químicas, horizonte litoplântico (presente na classe dos Plintossolos).

Desse modo, será que tal problemática está relacionada à gênese do solo? Qual a constituição desse horizonte? Como ele poderá afetar o crescimento das raízes?

### Resolução da situação-problema

Verificou-se todas as causas que poderiam estar ocasionando baixa produtividade dos plantios e, desse modo, ao analisar o solo, constatou a presença do horizonte litoplântico, do qual é formado por petroplintita contínua, que por sua vez estaria contribuindo com o mal desenvolvimento das raízes.

Além disso, tal fato está relacionado às características do horizonte, uma vez que este abrange uma camada muito fraturada, apresentando predomínio de blocos de petroplintita com tamanho mínimo de 20 cm, ou as fendas que aparecem são poucas e separadas entre si por 10 cm ou mais.

Além disso, esse horizonte possui resistência à penetração das raízes, bem como ao fluxo de água, e possui pouca ou nenhuma quantidade de matéria orgânica.

### Faça valer a pena

**1.** Em condições de umidade, esse horizonte apresenta uma quebrabilidade de fraca a moderada, e sua estrutura tem tendência de se romper subitamente em condições de pressão. Aliás, ao sofrer imersão em água, o fragmento seco se apresenta menos resistente, podendo apresentar fraturas.

Marque a alternativa que se refere ao horizonte descrito no texto-base.

- a) Duripã.
- b) Vértico.
- c) Fragipã.
- d) Álbico.
- e) Plíntico.

**2.** A plintita é formada por um material rico em óxido de Fe, podendo se apresentar separada dos nódulos ou concreções ferruginosas consolidadas, conhecidas como petroplintita, das quais são extremamente firmes. Além disso, a plintita indica mal funcionamento de drenagem, e como consequência restringe a profundidade do solo.

Em se tratando dos aspetos referentes a plintita e petroplintita nos horizontes subsuperficiais marque a alternativa correta.

- a) O horizonte concrecionário é formado principalmente por petroplintita, do tipo nódulos ou concreções de carbonato de cálcio.
- b) O horizonte plíntico tem como principal característica ser constituído por plintita em quantidade igual ou superior a 10% do seu volume total.
- c) O horizonte litoplíntico é formado por petroplintita contínua, constituído principalmente por blocos de petroplintita com tamanho mínimo de 10 cm.
- d) O horizonte glei possui espessura de 15 cm ou mais e menos de 15% de plintita.
- e) O horizonte plíntico e litoplíntico possuem plintita a partir de 15% do seu volume total.

**3.** Julgue as afirmativas a seguir como verdadeira ou falsa:

( ) O horizonte petrocálcico deve apresentar  $150 \text{ g kg}^{-1}$  ou mais de  $\text{CaCO}_3$  equivalente, com no mínimo  $50 \text{ g kg}^{-1}$  a mais de carbonato que a camada subjacente.

( ) O horizonte cálcico apresenta espessura de 15 cm ou mais sendo constituído pelo acúmulo de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) normalmente no horizonte C.

( ) O horizonte petrocálcico é cimentado em todo o perfil, de forma que fragmentos secos imersos em água não fraturam, e quando secos, não permitem a penetração do trado, por exemplo.

( ) O horizonte cálcico é um horizonte subsuperficial, sendo constituído pelo acúmulo de carbonato de Ca, ocorrendo exclusivamente no horizonte B.

( ) O horizonte petrocálcico é caracterizado pela consolidação e cimentação de um horizonte cálcico enriquecido por carbonato de cálcio, ou também com carbonato de Mg.

Marque a alternativa composta pela sequência correta:

a) V - F - F - V - F.

b) F - V - V - F - V.

c) F - V - V - V - F.

d) V - V - V - F - V.

e) V - F - F - F - V.

- ANJOS, L. H. C. dos *et al.* Caracterização e classificação de plintossolos no Município de Pinheiro-MA. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v. 31, n. 5, p. 1.035-1.044, 2007. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-06832007000500020](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832007000500020). Acesso em: 7 dez. 2018.
- BATISTA, M. de A.; PAIVA, D. W. de; MARCOLINO, A. **Solos para todos**: perguntas e respostas. 2. Ed. Rev. E ampl. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2018.
- BEZERRA, J. F. **Solo**: Substrato da Vida. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília: Editora Embrapa, p. 156, 2006.
- CARVALHO, L. A. *et al.* Sistema de produção de leite (Cerrado). **Embrapa Gado de Leite**, v. 2, 2002. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteCerrado/introducao.html>. Acesso em: 19 out. 2018.
- CIPRIANO-SILVA, R. *et al.* Caracterização de Organossolos em ambientes de várzea do nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 1, p. 26-38, 2014. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832014000100003&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832014000100003&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 20 dez. 2018.
- COOPER, M.; VIDAL-TORRADO, P. Caracterização morfológica, micromorfológica e físico-hídrica de solos com horizonte B nítrico. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v. 29, n. 4, p. 581-595, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v29n4/26107.pdf>. Acesso em: 20 out. 2018.
- DIAS, R. D. Proposta de metodologia de definição de carta geotécnica básica em regiões tropicais e subtropicais. **Rev. IG.**, São Paulo, volume especial, 1995.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Classificação de solos**. [s.d.] Disponível: <https://www.embrapa.br/en/solos/sibcs/classificacao-de-solos>. Acesso em: 19 dez. 2018.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Solos do Brasil**. [s.d.] Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/solos/sibcs/solos-do-brasil>. Acesso em: 19 dez. 2018.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- EMBRAPA SOLOS. **Atributos do solo**. [s.d.] Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/solos/sibcs/atributos-do-solo>. Acesso em: 28 out. 2018.
- EMBRAPA SOLOS. Planossolos. *In*: **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. cap. 15, p. 209-214.
- FILIZOLA, H. F. *et al.* Os fragipãs e duripãs das depressões dos tabuleiros costeiros do nordeste brasileiro: uma proposta de evolução. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 25, n. 4, p. 947-963, 2001. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-06832001000400018&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832001000400018&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 7 dez. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual Técnico de Pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 430 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95017.pdf>. Acesso em: 5 nov. 2018.

LADEIRA, F. S. B. *et al.* Paleossolos da Formação Marília: contribuição à reconstrução paleogeográfica cretácica na porção norte da Bacia Sedimentar do Paraná – (QUIRINÓPOLIS E ITAJÁGO). **Geografia, Ensino & Pesquisa**, v. 12, p. 4.807-4.818, 2008.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

MOREAU, A. M. S. dos S. *et al.* Gênese de horizonte coeso, fragipã e duripã em solos do tabuleiro costeiro do sul da Bahia. **Revista Brasileira de Classificação do Solo**, v. 30, n. 6, p. 1021-1030, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v30n6/a11v30n6.pdf>. Acesso em: 27 out. 2018.

OLIVEIRA, J. B. **A importância de pensar no solo como um “sistema verticalmente fértil”**. [s.d.]. Disponível em: <http://www.brasilagricola.com/2011/09/importancia-de-pensar-no-solo-como-um.html>. Acesso em: 30 out. 2018.

OLIVEIRA, J. B. **Classificação de solos e seu emprego agrícola e não agrícola**. 2003. (Apresentação de Trabalho/Conferência ou palestra). Disponível em: <http://jaraca.ufsm.br/websites/dalmolin/download/textospl/classif.pdf>. Acesso em: 30 out. 2018.

OLIVEIRA, J. B. **Pedologia aplicada**. 4. ed. Piracicaba: FEALQ, 2011. 592p.

PRADO, H. do. **A profundidade efetiva dos Plintossolos e Neossolos Litólicos**. [s.d.]. Disponível em: <http://www.pedologiafacil.com.br/enquetes/enq21.php>. Acesso em: 27 out. 2018.

PRADO, H. do. **Gênese, fatores de formação e processos pedogenéticos**. [s.d.]. Disponível em: <http://www.pedologiafacil.com.br/genese.php>. Acesso em: 19 out. 2018.

PRADO, H. do. **Glossário pedológico**. [s.d.]. Disponível em: <http://www.pedologiafacil.com.br/glossario.php>. Acesso em: 18 out. 2018.

PRADO, H. do. **Manejo dos solos tiomórficos**. [s.d.]. Disponível em: <http://www.pedologiafacil.com.br/enquetes/enq45.php>. Acesso em: 30 out. 2018.

PRADO, H. do. **A pedologia simplificada**. Piracicaba: POTAFOS, 1995. 16 p. (POTAFOS, Arquivo do agrônomo, 1).

RANDALL, J. S.; SHARON, A. *Soils Genesis and Geomorphology*. Cambridge University Press, UK, ISBN, v. 521812011, p. 832, 2005.

SANTANA, D. P.; SANS, L. M. A. Classes de solo e irrigação. *In*: ALBUQUERQUE, P. E. P. de; DURÃES, F. O. M. (Ed.). **Uso e manejo de irrigação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. cap. 1, p. 15-69.

SANTOS, H. G. dos; ZARONI, M. J. **Árvore do conhecimento: solos tropicais**. [s.d.]. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONTAG01\\_44\\_2212200611552.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_44_2212200611552.html). Acesso em: 4 out. 2010.

SANTOS, H. G. dos; ZARONI, M. J. **Classificação do perfil**. [s.d.]. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONTAG01\\_5\\_2212200611537.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_5_2212200611537.html). Acesso em: 29 out. 2018.

SANTOS, H. G. dos; ZARONI, M. J. **Latossolos**. [s.d.]. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONTAG01\\_11\\_2212200611540.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_11_2212200611540.html). Acesso em: 17 nov. 2018.

SANTOS, H. G. dos; ZARONI, M. J. **Plintita**. [s.d.] Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONTAG01\\_31\\_2212200611548.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_31_2212200611548.html). Acesso em: 30 out. 2018.

SANTOS, H. G. dos *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/solos/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094003/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>. Acesso em: 19 dez. 2018.

SANTOS, H. G. *et al.* **O novo mapa de solos do Brasil**: legenda atualizada. Embrapa Solos. Documentos, 130. 2011.



# Unidade 3

---

## Níveis categóricos e classes de solos do Brasil

### Convite ao estudo

Olá, aluno!

Vamos continuar nossos estudos na disciplina Ciência do Solo: Classificação. Após abordamos o histórico do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SiBCS), vamos conhecer as divisões hierárquicas utilizadas pelo SiBCS. Trataremos de todos os seis níveis categóricos que auxiliam na classificação dos solos e ainda a distribuição dos diferentes tipos de solo no Brasil.

Você consegue imaginar qual a importância da classificação do solo? Por que é importante conhecer sua distribuição espacial no território brasileiro? Quando elencamos os solos em diferentes categorias e níveis hierárquicos, estamos detalhando – aprofundando – suas características, que poderão auxiliar na tomada de decisão de uso e conservação desse recurso tão precioso.

É a partir de curiosidade e persistência que, gradativamente, o conhecimento sobre os solos brasileiros vem evoluindo. Dessa forma, é importante que você tenha essa mesma atitude para conseguir usufruir ao máximo das informações aqui apresentadas, pois podem ser uma ferramenta importante no seu dia a dia profissional. O conhecimento químico, físico e morfológico do solo, bem como de seus atributos diagnósticos e classes, são premissas necessárias para o uso, manejo e conservação, primordiais no exercício da profissão de engenheiro agrônomo.

Para que você possa aplicar os conhecimentos adquiridos e compreender a importância dos estudos relacionados aos níveis categóricos dos solos, observe o seguinte contexto: você é um engenheiro agrônomo, especialista em uso, manejo e classificação dos solos, que acaba de ser contratado por uma grande cooperativa agrícola da região sul do Brasil. Visto sua experiência na área de solos, você foi designado pelo presidente da cooperativa para realizar treinamentos e palestras com os cooperados, além de estudos referentes à classificação do solo em parceria com instituições de pesquisa, sendo utilizadas diferentes propriedades de alguns dos associados. Os estudos serão realizados nas áreas vinculadas à cooperativa de agricultores, os quais poderão conhecer a importância da classificação do solo, bem como sanar problemas de manejo e/ou agrícolas que ocorram em suas terras.

Em sua primeira atividade, você realizará uma palestra na sede da cooperativa, salientando pontos importantes das classes do solo que ocasionam dúvidas nos associados. Na segunda atividade, os agricultores acompanharão você em uma propriedade visada para compra por um dos agricultores do grupo, que pretende utilizá-la para o cultivo de laranja, apesar de sinais de processos erosivos. Na terceira atividade, você visitará, juntamente com os agricultores, uma propriedade onde outrora ocorria a criação de gado, e pretende-se verificar a possibilidade do cultivo da soja.

No decorrer dos seus estudos dessa unidade e por meio da resolução do desafio apresentado, você irá adquirir conhecimentos que o auxiliarão na utilização da metodologia de classificação dos solos, além de saber como aplicá-la em mapeamentos.

Dessa forma, qual a importância da classificação hierárquica do solo para a agricultura? A ordem dos solos, bem como os demais níveis podem auxiliar no uso e manejo? Para que você saiba identificar e utilizar conteúdos referentes às classes de solo do Brasil nesse atual contexto agrônomo, vamos conhecer mais sobre essa ciência que será de muita utilidade na sua vida profissional.

Bons estudos!

## Níveis categóricos do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos

### Diálogo aberto

Caro aluno, você deve ter percebido que a classificação do solo é um processo de longa data e que vem sendo aprimorado pelo esforço conjunto de pesquisadores e instituições. Mas porque esse assunto é tão importante para o profissional de agronomia? Qual a finalidade de classificar o solo? Estas são apenas algumas das reflexões que devemos fazer como futuros profissionais da área.

A diferenciação do solo em níveis categóricos permite sistematizar os conhecimentos do solo que se pretende utilizar para fins agronômicos, facilitando seu uso e manejo, propiciando aumento da produtividade e rentabilidade. Lembre-se: quanto maior o nível de detalhes, maior o nível de classificação do solo dentro do SiBCS.

Você se lembra de que atualmente é o recém-contratado engenheiro agrônomo de uma grande cooperativa agrícola localizada na região sul do Brasil?

Dessa forma, visto sua vasta experiência na área de solos, você será o responsável por realizar treinamentos e palestras com os cooperados, além de estudos referentes à classificação do solo. Assim, para iniciar os trabalhos com a cooperativa e os produtores rurais, você decide realizar uma visita a sede da cooperativa, para entender um pouco mais sobre o perfil dos cooperados e sobre o conhecimento que têm de suas propriedades.

Esse processo é realizado e você nota que existem diversas reclamações de processos erosivos, baixa produtividade e alto custo com correção do solo, sendo que elas variam entre os produtores. Porém, uma coisa é praticamente unânime: o desconhecimento das classes de solo e de suas propriedades, bem como da importância de como esse conceito pode influenciar o uso e manejo do solo.

Dessa forma, visando sanar as dúvidas e apresentar a classificação do solo para os agricultores, neste primeiro encontro você pretende realizar um workshop, para que eles possam conhecer as classes de solos e saber como um levantamento pedológico pode fornecer informações importantes de sua propriedade.

Para tornar atrativo para o agricultor, o workshop traz conceitos de manejo sustentável, necessário para implementação do processo de cultivo.

Fala das culturas que têm potencial de incremento de matéria orgânica no solo, por exemplo, e relaciona isso à classificação dos solos, que pode auxiliar nas possibilidades de um manejo mais adequado à propriedade.

Porém, durante o workshop, muitos se mostram resistentes e, dessa forma, no decorrer da apresentação, lançaram os seguintes questionamentos: quais são os níveis categóricos do solo e quais informações estão associadas às cores do solo? Porque é importante classificar o solo da minha propriedade? O que isso influencia seu uso e manejo? Porque existem tantos níveis hierárquicos? O que é possível inferir a partir das classes do solo?

Para responder esses questionamentos, vamos estudar sobre a categorização do solo, a qual lhe poderá ser útil no manejo de áreas agrícolas.

Vamos lá?

### Não pode faltar

Olá, aluno! Vamos continuar nossos estudos relacionados ao Sistema Brasileiro de Classificação dos Solo (SiBCS)? Como visto anteriormente, o SiBCS apresenta diversos caracteres que contemplam as mais variadas características do solo, desde a variação da quantidade de nutrientes e sais, até o grau de oxirredução de metais em condições de hidromorfismo.

Você pode se perguntar do porquê de estarmos retomando esses conceitos. Vamos pensar juntos: os solos são agrupados (classificados) em categorias de acordo com suas características morfológicas e propriedades físicas, organizadas em sistema de chave taxonômica (BATISTA; PAIVA; MARCOLINO, 2014; PES; ARENHARDT, 2015). Esse é o princípio utilizado pelo SiBCS, que tem como objetivo, ao classificar os solos, organizar o conhecimento e permitir que profissionais da área de agrárias e afins possam inferir informações importantes para o seu uso e manejo.

Então, a classificação consiste em comparar as propriedades existentes no perfil de solo que se deseja classificar, com os requisitos de cada classe estabelecidos pelo SiBCS (SANTOS *et al.*, 2018). Para os dois primeiros níveis (maior nível generalizado), são utilizadas as características resultantes dos processos de gênese do solo ou condições que afetem tais processos.



### Assimile

Além de utilizar atributos diagnósticos (características e propriedades) para diferenciar os solos, o SiBCS utiliza os horizontes diagnósticos (superficiais e subsuperficiais), assunto que abordaremos em outro momento (PES; ARENHARDT, 2015).

Com isso, tem-se que a divisão nos diferentes níveis hierárquicos está relacionada aos caracteres já estudados. Podemos dizer, então, que o solo é classificado em uma taxonomia que auxilia nos seus estudos. E quais são esses níveis hierárquicos?

De acordo com Santos *et al.* (2018), a chave de classificação do SiBCS divide o solo em seis níveis categóricos, cada um correspondendo a um grau de generalização ou detalhe, o que pode ser observado no Quadro 3.1 a seguir:

Quadro 3.1 | Organização dos níveis categóricos do SiBCS

Nível	Denominação (categoria)
1	Ordens
2	Subordens
3	Grandes Grupos
4	Subgrupos
5	Família
6	Séries

Fonte: adaptado de Santos *et al.* (2018).

Atualmente, tem-se os solos bem conhecidos até os subgrupos (até o quarto nível categórico). É importante frisar que as categorias do solo não são apenas influenciadas pelos caracteres do solo. A análise deve ser realizada conjuntamente a fatores físicos que não necessariamente expressam um caráter específico, como, porosidade e densidade.

Vamos, então, conhecer o primeiro nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos, denominado ordens. Atualmente, os solos brasileiros se dividem em 13 ordens, definidas de acordo com seus atributos físico-químicos dos horizontes diagnósticos ou propriedades físico-químicas, condicionadas pelos processos de intemperismo no material de origem. O primeiro nível consiste em condições passíveis de serem diagnosticadas em campo (horizontes diagnósticos ou propriedades). Dessa forma, temos as seguintes ordens:

Argissolos (P); Cambissolos (C); Chernossolos (M); Espodossolos (E); Gleissolos (G); Latossolos (L); Luvisolos (T); Neossolos (R); Nitossolos (N); Organossolos (O); Planossolos (S); Plintossolos (F) e Vertissolos (V). As letras utilizadas para representar as ordens têm como fim auxiliar na interpretação dos dados em mapeamentos, ou seja, representam a padronização das ordens para facilitar a identificação em mapeamentos pedológicos.

Caso você já tenha lido algo sobre alissolos, saiba que essa ordem foi extinta, porém grande parte de suas características foi incluída nos Argissolos (P) e Nitossolos (R).

Segundo Amorim *et al.* (2010), a extinção da ordem dos Alissolos ocorreu porque não era possível distingui-lo das demais ordens em campo, uma vez que a principal característica era a alta saturação em alumínio. Dessa forma, adotou-se o caráter aluminico em outros níveis categóricos.



### Assimile

Santos *et al.* (2003) afirmam que esse tipo de alteração, como a que extinguiu os Alissolos, pode ocorrer para qualquer nível categórico, uma vez que os estudos no âmbito da classificação do solo são contínuos.

A sua nomenclatura é intuitiva, ou seja, baseada nas características do solo, acrescida da terminologia “-ssolos”. O significado de cada nome e suas bases e critérios serão explicados mais adiante, quando formos conhecer cada uma das 13 ordens e sua distribuição no território brasileiro.

O segundo nível, denominado subordens, consiste em atributos ainda relacionados a gênese do solo, com intensidade variando pela influência da velocidade de intemperismo dos processos atuantes no primeiro nível (EMBRAPA, 2006). Esse nível remete ao grau de desenvolvimento das estruturas condicionadas pelos agentes formadores do solo.



### Assimile

Em diversas ordens, subordens e grandes grupos do SiBCS, o atributo “Cor” é muito utilizado. Quase todas as subordens fazem referência a esta característica do solo.

Na prática, as cores podem auxiliar em informações importantes para o manejo, como: alto teor de matéria orgânica (cores escuras); solos bem drenados e com alta concentração de óxido de ferro (cores vermelhas); excesso de água (cores acizentadas); quantidade elevadas de areia e ricos em quartzos (cores claras); dentre outros.

As subordens se apresentam como complemento da ordem do solo, por exemplo Latossolos Vermelhos. Ao todo, temos 27 nomenclaturas de subordens, totalizando 43 subordens. Isso porque uma alcunha pode compor mais de uma ordem de solo. Na prática, significa que podemos ter também Argissolos Vermelhos e Nitossolos Vermelhos. De acordo com o SiBCS, temos as seguintes subordens:

- **Se definidos pela cor:** Acizentados, Amarelos, Bruno-Acinzetados, Bruno, Vermelho-Amarelos e Vermelhos. Nesse caso, associados à presença de goethita, hematita e matéria orgânica.
- **Se definido pelo caráter:** Crômicos, Ebânicos e Nátricos.
- **Com horizonte espódico:** Ferrilúvicos, Ferri-Humilúvicos e Humilúvicos.
- **Com horizonte hístico e contato lítico:** Fólicos.
- **Com textura arenosa:** Quartzarênicos.
- **Outras definições:** Argilúvicos, Flúvicos, Háplicos, Hidromórficos, Hísticos, Húmicos, Litólicos, Melânicos, Pétricos, Regolíticos, Rêndzicos, Sállicos, Tiomórficos.



### Refleta

Percebe que muitas vezes as cores dos solos podem nos proporcionar respostas sobre as suas condições?

Já o terceiro nível, chamado de grandes grupos, é derivado das características da organização estrutural dos horizontes, como a atividade de argila. Além disso, são definidos a partir das condições de saturação por bases, alumínio, sódio e/ou sais solúveis. É a partir dos grandes grupos que temos horizontes e/ou propriedades que estão diretamente relacionadas ao uso e manejo dos solos, ou seja, influenciam o desenvolvimento vegetal, bem como o movimento de água no solo.

Ao todo, os solos podem ser classificados em 188 grandes grupos (SANTOS *et al.*, 2018), sendo: Ácricos, Acriférricos, Alumínicos, Aluminoférricos, Carbonáticos, Chernossólicos, Concrecionários, Distrocoesos, Distroférricos, Distróficos, Eutrocoesos, Eutroférricos, Eutróficos, Férricos, Fíbricos, Hêmicos, Hidro-hiperesessos, Hidromórficos, Hiperesessos, Hísticos, Húmicos, Líticos, Litoplínticos, Órticos, Pálicos, Perférricos, Petrocálicos, Psamíticos, Sállicos, Sápricos, Sódicos, Ta Alumínicos, Ta Distróficos, Ta Eutróficos, Tb Alumínicos, Tb Distroférricos, Tb Distróficos, Tb Eutroférricos e Tb Eutróficos. Você pode estar se perguntando: por que foram descritos apenas 39 grandes grupos, sendo que existem 188? Foram apresentadas apenas as diferentes classificações possíveis nos grandes grupos. Porém, podem estar associados a diversas subordens. Quer um exemplo? Observe alguns exemplos de solos Distróficos:

Argissolos Bruno-acinzentados **Distróficos**; Argissolos Acinzentados **Distróficos**; Argissolos Amarelos **Distróficos**; Cambissolos Hísticos

**Distróficos**; Latossolos Brunos **Distróficos**; Neossolos Litólicos **Distróficos**, dentre muitos outros.

Logo, os grandes grupos caracterizam condições importante do solo, por exemplo: solos eutróficos, são aqueles que apresentam elevada saturação por bases; solos distróficos, nos quais os níveis de nutrientes são baixos. Podemos citar, ainda, os solos eutrocoesos, que além de alta fertilidade e saturação por bases, apresentam elevado adensamento (caráter coeso); os alumínicos, por possuírem altas concentrações de alumínio; e os hidromórficos, com lençol freático elevado durante a maior parte do ano.

Dentro dos grandes grupos, **Ta** são solos que apresentam argila com alta atividade e **Tb**, os que apresentam baixa atividade (Capacidade de Troca Catiônica).



### Exemplificando

Já estudamos a atividade da fração argila do solo, que foi apresentado por **Ta** e **Tb**, correspondendo à capacidade de troca de cátions da fração argila, podendo ser mensurada pela expressão:  $T \cdot 1000 / g \cdot kg^{-1}$  de argila. Se o valor obtido for igual ou superior a 27 cmolc/kg de argila, tem-se alta atividade (Ta). Para valores inferiores, denomina-se baixa atividade (Tb).

É importante, pois a argila influencia a consistência do solo, por meio da coesão e adensamento de partículas, bem como promove a retenção de água e nutrientes no solo.

Prosseguindo nossos estudos, temos os subgrupos, quarto nível categórico do SiBCS. Consiste nas classes que apresentam o conceito principal (ou sua ausência), bem como características específicas do local. Os subgrupos (447) são elencados conforme o Quadro 3.2.

Quadro 3.2 | Ordenamento das classes do solo no quarto nível categórico (subgrupos)

1.Fragmentários	11.Hipocarbo-náticos	21. Abrúpticos	31.Espodossó-licos	41.Endorredó-xicos
2.Líticos	12.Solódicos	22. Dúricos	32.Planossólicos	42.Rúbricos
3.Leptofragmen-tários	13.Êutricos	23. Plácicos	33.Nitossólicos	43.Sômbricos
4.Lépticos	14.Psamíticos	24. Fragipânicos	34.Argissólicos	44.Antrópicos
5.Saprolíticos	15.Espessarê-nicos	25. Retráticos	35.Latossólicos	45.Espesso-hú-micos
6.Tiônicos	16.Arênicos	26. Vertissólicos	36.Cambissó-licos	46.Húmicos
7.Carbonáticos	17.Êndicos	27. Luvissólicos	37.Neofluvissó-licos	47.Típicos

8.Sódicos	18.Espessos	28. Gleissólicos	38.Organossólicos	-
9.Sálicos	19.Mésicos	29. Petroplínticos	39.Chernossólicos	-
10.Salinos	20.Térricos	30. Plintossólicos	40.Epirredóxicos	-

Fonte: adaptado de Santos *et al.* (2018, p. 102).

Nesse aspecto, um solo pode ser classificado por meio da combinação das definições do quarto nível, nomeado em, no máximo, três qualitativos, seguindo a ordem do Quadro 3.2. Ao todo, tem-se 71 combinações mapeadas no SiBCS, como o Argissolo Vermelho Eutrófico solódico abrupto plintossólico.



### Exemplificando

Para exemplificar, vamos utilizar a classificação apresentada: **Argissolo Vermelho Eutrófico solódico abrupto plintossólico**. Nesse caso, temos um solo classificado até o quarto nível categórico. São solos com acúmulo de argila (**Argissolos**), elevados teores de óxidos de ferro (**Vermelho**), alta saturação de bases (**Eutrófico**), com saturação por sódio (solódico), mudança textural abrupta (**Abrupto**) e caráter plíntico (**Plintossólico**).

Notou algo familiar no quarto nível de classificação do solo? Perceba que os subgrupos, em muitos casos, são definidos por meio dos caracteres do solo, objeto que já estudamos anteriormente. Os caracteres do solo podem auxiliar em diversos níveis de classificação, sempre relacionada hierarquicamente ao nível superior. Mas o que isso quer dizer? Solos que não se adequaram as características para ser classificado como sálico no terceiro nível (grandes grupos), pode apresentar condições que o qualifiquem como sálico no quarto nível (subgrupo). Ressalta-se que, se o solo tivesse sido classificado com sálico no terceiro nível, não poderia ter a mesma denominação no quarto nível (relação de hierarquia).

Além da definição da representatividade do conceito central da classe, na classificação a nível de subgrupo podem ser condicionadas as características intermediárias dos níveis superiores (1º, 2º e 3º níveis categóricos) ou características extraordinárias do solo, como a mudança textural abrupta (abrupto).

Quando abordamos a evolução do SiBCS, falamos que a edição lançada em 2018 apresentava diferenças em relação à anterior, certo? Na nova classificação do SiBCS, o principal avanço apresentado foram as discussões relativas ao quinto nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação dos solos (**Família**). Nesse quesito, tem-se classes formadas por adição de termos

apropriados subsequentes ao quarto nível categórico. A nível de família, tem-se a mensuração dos aspectos de uso e manejo dos solos, conceitos de extrema importância agrônômica, sendo que, tratando-se de solos minerais, temos as seguintes características para diferenciá-los:

- **Grupamento textural:** é o parâmetro primordial para classificação do solo a nível de família. Em outras palavras, aplica-se a todos os casos, exceto neossolos quartzarênicos.
- **Subgrupamento textural:** quando se opta pela utilização de informações mais aprofundadas em relação à textura do solo, variando desde textura muito arenosa até textura muito argilosa. Tais conceitos são abordados em disciplina específica do curso. Algumas características complementam o grupamento ou subgrupamento textural, sendo:
  - **Distribuição de cascalhos no perfil:** relacionado à proporção de cascalho no solo, classificada em pouco cascalhenta, cascalhenta e muito cascalhenta.
  - **Constituição esquelética do solo:** condição em que o solo apresenta volume de massa total de material mineral superior a 35% e inferior a 90%.
  - **Mineralogia:** caracterizado a partir da concentração de pelo menos 15% de micas (micácea), anfíbios (anfíbolítica) e feldspatos (feldspática). Deve ser utilizado consorciadamente ao grupamento ou subgrupamento textural e entre parênteses, como: textura média (feldspática).

As famílias ainda devem ser constituídas por:

- **Tipo de horizonte diagnóstico superficial:** baseado nos horizontes diagnósticos superficiais.
- **Prefixos epi-, meso- e endo-:** indicativos de profundidade, sendo **epi** até 50 cm; **meso**, entre 50 e 100 cm; e **endo**, acima de 100 cm. Por exemplo, se o solo apresentar caráter carbonático (não expressivo em nível categórico mais elevado) em profundidade de 120 cm, denomina-se endocarbonático.
- **Saturação por bases e Saturação por alumínio:** conteúdos já abordados; nesse caso, podem ser utilizados os prefixos citados anteriormente (endoálico).
- **Subgrupamento de atividade da fração argila:** subdivisão da atividade da argila, variando de Atividade muito baixa (Tmb – com valores menores que  $8 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ) até Atividade muito alta (Tma

– valores iguais ou maiores que  $40 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ).

- **Teor de óxidos de ferro e Propriedades ándicas.**

É importante destacar que, tratando-se do quinto nível categórico, todas as condições não podem ser expressivas em nível categórico mais elevado, como já mencionado.

Por fim, o sexto nível categórico, conhecido como Séries, corresponde ao último nível de divisão do SiBCS, no qual pretende-se diferenciar as características que afetam o desenvolvimento e condução vegetal. Pretende-se estabelecer uma conexão da série com o crescimento das plantas, relacionado ao sistema radicular e relações solo-água-plantas, facilitando interpretações quantitativas sobre uso e manejo dos solos. Vale ressaltar que esse nível ainda está em fase de discussões, não apresentando nomenclatura definida.

Por hora, o SiBCS sugere os estudos dos seguintes conceitos para as séries: tipo, espessura e sequência dos horizontes; estrutura; cor e mosqueado; drenagem interna do perfil; textura; consistência; compactação e adensamento (antrópico e natural); teor de matéria orgânica; quantidade da proporção de fragmentos de rochas no solo e demais componentes; porosidade e retenção de água, bem como a disponibilidade no solo.



### Refleta

Os estudos do solo vêm evoluindo gradativamente, por meio da ação conjunta de diversos pesquisadores, centros de pesquisas, grupos e instituições estaduais e federais. Dessa forma, busca-se compreender os solos a nível de séries, bem como detalhar as características a nível de família e atualizar informações pertinentes. Pensando a nível de séries, qual a importância que essa classificação poderá proporcionar ao profissional da área agrícola? Reflita sobre isso.

Por hora, vamos ficando por aqui. Espero que tenha aproveitado todo o conhecimento adquirido, pois será importante para a continuidade dos nossos estudos, além de contribuir em sua formação profissional.

### Sem medo de errar

Preparado para aplicar os conhecimentos adquiridos nessa seção? Mas antes vamos relembrar a situação que você deverá solucionar.

Você é o engenheiro agrônomo de uma cooperativa que deverá realizar atividades relacionadas ao solo com agricultores que são filiados a ela, e

deverá também realizar estudos referentes à classificação do solo. Visto que o conhecimento dos cooperados sobre o que são os níveis hierárquicos do solo inexistente, bem como a importância do uso dessa classificação, você decide realizar um workshop, no qual você responderá os seguintes questionamentos: quais são os níveis categóricos do solo e quais informações estão associadas às cores do solo? Por que é importante classificar o solo da minha propriedade? Como isso influencia seu uso e manejo? Por que existem tantos níveis hierárquicos? O que é possível inferir a partir das classes do solo?

Respondendo a primeira pergunta, explique que o solo é dividido em seis níveis categóricos, organizados hierarquicamente, elencando as características generalizadas no primeiro nível até as especificidades de cada solo nos níveis mais avançados. Saliente que, atualmente, o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos organiza o conhecimento nos seguintes níveis hierárquicos: Ordem, Subordem, Grandes Grupos, Subgrupos, Família e Séries. Os dois últimos ainda estão em estudo, sendo que são apresentadas premissas que poderão vir a ser utilizadas para sua caracterização.

As cores são amplamente mencionadas na classificação dos solos e, na prática, podem fornecer informações como: alto teor de matéria orgânica (cores escuras); solos bem drenados e com alta concentração de óxido de ferro (cores vermelhas); excesso de água (cores acizentadas); quantidade elevada de areia e ricos em quartzos (cores claras); dentre outros.

Sobre a importância de classificar o solo, informe para os agricultores que diversas limitações do crescimento vegetal, baixa produtividade e processos erosivos do solo podem ser mensurados a partir do conhecimento da classe do solo local. Cite como exemplo o segundo nível de classificação do solo que, quando apresenta a alcunha “Vermelho”, pode ser relacionada com a presença de minérios de ferro (hematita). Explique ainda que, no terceiro nível, solos denominados sálicos apresentam elevada saturação por sais, podendo prejudicar o crescimento vegetal.

Sobre como isso pode influenciar o uso e manejo do solo, explique que quanto maior for o conhecimento do solo da propriedade, maior a probabilidade de inferir corretamente o uso e manejo do solo local, minimizando custos e aumentando a produtividade agrícola. Ainda, que técnicas adequadas visam assegurar a conservação do solo, de fundamental importância para a manutenção das propriedades que permitem o seu uso agrícola.

Para finalizar, explique que os níveis hierárquicos são utilizados para agrupar os solos de acordo com suas características e, quanto mais detalhes forem possíveis de compreender, maior a especificidade das condições do local, o que pode ser o limiar entre, por exemplo, problemas erosivos ou elevada produtividade. Dessa forma, as classes apresentam informações que

são essenciais para os agricultores e, se bem aplicadas, são ferramentas que visam facilitar a atividade agrícola.

## Avançando na prática

# Argissolo Vermelho Eutrófico solódico abruptico plintossólico

### Descrição da situação-problema

Imagine agora que você é um engenheiro agrônomo e tem vasta experiência na área de solos, sendo responsável por palestras, cursos e consultorias nas mais diversas regiões do Brasil. Visto que tem grande experiência na área, você foi convidado para palestrar em um congresso sobre o tema, no qual estarão presentes, além de grandes pesquisadores da área, agricultores que vislumbram obter conhecimentos que possam auxiliar em suas atividades.

No andamento de sua palestra, em que apresentava os níveis de classificação de acordo com a edição atual SiBCS (2018), você cita os diferentes níveis categóricos e, nesse momento, surge uma dúvida de um aluno de agronomia. Ele disse que o solo da propriedade da família dele foi classificado como Argissolo Vermelho Eutrófico solódico abruptico plintossólico, e ele questiona se isso quer dizer que o solo foi categorizado até o sexto nível (séries). O que isso significa em relação às condições do solo local?

### Resolução da situação-problema

Primeiramente, explique aos presentes que, nesse caso, o solo classificado como Argissolo Vermelho Eutrófico solódico abruptico plintossólico está categorizado até o quarto nível (subgrupos), uma vez que nesse nível é possível inserir até três denominações.

Em relação ao significado dessa categorização para as condições locais do solo, explique para o aluno que um **Argissolo Vermelho Eutrófico solódico abruptico plintossólico**, classificado até o quarto nível categórico, representa solos com acúmulo de argila (**Argissolos**), elevados teores de óxidos de ferro (**Vermelho**), alta saturação de bases (**Eutrófico**), com saturação por sódio (solódico), mudança textural abrupta (**Abruptico**) e caráter plíntico (**Plintossólico**).

Dessa forma, tais condições podem auxiliar o agricultor no manejo do solo de sua propriedade, uma vez que, apesar de eutrófico (fértil), a concentração

de sódio nas camadas inferiores requer cuidados com a irrigação e conhecimento da profundidade das raízes das espécies cultivadas no local.

### Faça valer a pena

**1.** O Brasil é um país com grande extensão territorial, o que lhe confere uma heterogeneidade no que diz respeito aos solos, que variam de acordo com suas características físicas, químicas e biológicas. Diante desta diversidade, surgiu o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos SiBCS (2018), que busca categorizar os tipos de solo, visando facilitar a identificação de campo e, desta forma, contribuir para o manejo adequado de cada ordem. Sobre a classificação dos solos, analise as afirmações a seguir:

- I- De acordo com o SiBCS (2018), o Brasil apresenta 14 ordens de solos, classificados de acordo com seus atributos. Os Alissolos foram acrescentados nesta nova versão por possuir características diferentes dos demais, destacando-se seu caráter Alumínico.
- II- Os caracteres do solo não são os únicos responsáveis pela sua classificação, pois em algumas situações é necessária a utilização de fatores físicos, tais como a porosidade e densidade.
- III- O segundo nível de classificação é a subordem, que pode ser definida de acordo com a cor, caráter, horizonte e textura, entre outras características.
- IV- A família é tida como o quarto nível de classificação, que atualmente é o que apresentou maiores mudanças no SiBCS. Dentro deste nível, são encontradas características como grupamento textural, distribuição de cascalhos e horizonte espódico.

Assinale a alternativa que represente as afirmações corretas:

- a) Estão corretas as assertivas I e II, apenas.
- b) Estão corretas as assertivas II e III, apenas.
- c) Estão corretas as assertivas I e IV, apenas.
- d) Estão corretas as assertivas II e IV, apenas.
- e) Estão corretas as assertivas I e III, apenas.

**2.** As atividades agrícolas impactam significativamente as características do solo, fazendo com que a classificação seja um elemento fundamental para determinar a melhor forma de manejo a ser realizada em determinado local. Assim, o SiBCS determina seis níveis de classificação: o terceiro nível, denominado grandes grupos, é resultado da organização estrutural dos horizontes, que podem sofrer alterações de acordo com as condições de saturação por bases, teor de alumínio, sódio, entre outros. Assim, a classificação até o terceiro nível é fundamental, pois as características deste poderão influenciar o crescimento das plantas, bem como sua produtividade. Analise as afirmações a seguir:

- I- Solos \_\_\_\_\_ possuem como principal característica uma maior fertilidade, derivada da elevada saturação por bases.
- II- A ocorrência de solos em locais onde há uma proximidade com o lençol freático atribui a ele uma característica conhecida nos grandes grupos como \_\_\_\_\_.
- III- As siglas Ta e Tb podem aparecer no nível dos grandes grupos. Quando há uma \_\_\_\_\_ há a designação da sigla Ta.

A partir do exposto, assinale a alternativa que supre as lacunas de maneira coerente:

- a) Eutróficos; Hidromórficos; argila com alta atividade, respectivamente.
- b) Distrófico; Gleissolos; argila com alta atividade, respectivamente.
- c) Eutrófico; Gleissolos; argila com baixa atividade, respectivamente.
- d) Eutrófico; Hidromórfilos; argila com baixa atividade, respectivamente.
- e) Eutrófico; Gleissolos; argila com alta atividade, respectivamente.

**3.** As características físicas, químicas e biológicas do solo são preponderantes para sua classificação correta, visto que determinarão as formas coerentes de manejo e potencialização da atividade agrícola do local. O SiBCS é o sistema de classificação utilizado no Brasil, categorizando-os em seis níveis, destacando-se as Ordens, subordens e grandes grupos, que correspondem às três primeiras classificações.

Em relação ao Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos, assinale a alternativa correta:

- a) Ao se classificar um solo como Neossolo quartzarênico hidromórfico, é possível afirmar a proximidade com o lençol freático, dada pelo seu segundo nível de classificação.
- b) Nitossolo Vermelho Distrófico é uma classificação de terceiro nível do SiBCS, tendo a cor vermelha como uma ordem e a característica distrófica como um grande grupo.
- c) Classificando um solo como Latossolo Amarelo Ta aluminoso, é possível afirmar que há uma baixa atividade de matéria orgânica no local.

- d) Neossolos quartzarênicos Tb alumínicos possuem como principal característica a abundância de areia e alumínio, além de uma alta atividade da matéria orgânica.
- e) Os Latossolos Brunos Distróficos Húmicos têm como uma de suas características a baixa fertilidade, atribuída pelo seu terceiro nível de classificação.

## Principais classes de solos do Brasil com maior distribuição territorial

### Diálogo aberto

Olá, aluno! Vamos dar seguimento em nossos estudos na disciplina Ciência do Solo: Classificação? Agora que você já conhece os níveis de classificação utilizados pelo Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SiBCS), vamos conhecer as principais ordens dos solos brasileiro – Latossolos, Argissolos, Luvisolos; Neossolos; Cambissolos – e sua distribuição geográfica.

Para que consiga aplicar todo o conhecimento que será adquirido, você deverá resolver a situação-problema sugerida no início da unidade: você é um engenheiro agrônomo e atua em uma consultoria agrícola contatada por uma grande cooperativa da região sul do Brasil, visando realizar treinamentos e palestras com os cooperados, além de estudos referentes à classificação do solo em diferentes propriedades de alguns dos seus associados.

Agora, na segunda atividade, os agricultores acompanharão você em uma propriedade que está à venda, a qual um dos agricultores que participam da atividade tenciona adquirir. Esse produtor já possui algumas propriedades nas quais é realizado o cultivo de laranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), e seu intuito, nessa visita, é verificar se a propriedade é adequada para esse tipo de cultivo.

Durante a atividade, você verifica que o local apresenta relevo adequado para mecanização, que já é utilizada na propriedade, e ainda nota que o solo apresenta superficialmente características que condizem com os processos de erosão laminar, como pequenos sulcos no solo.

É realizada a abertura de uma trincheira para identificação do solo à nível de bordem no local, bem como para verificar se este solo possibilitará o fornecimento de respostas sobre limitações que poderão afetar a produção dos frutos de laranja no local.

Antes de adentrar na trincheira, é fornecida a você análise de solo do local, e é possível observar a baixa disponibilidade de nutrientes; também consta que o local apresenta estrutura predominantemente granular. Ainda é possível observar, por meio do Ki (índice de intemperismo), que o local apresentar alto intemperismo, sendo esse conjunto de fatores um indicativo de Latossolo. Para concluir, é observado o perfil do solo utilizando a trincheira, verificando-se, assim, que realmente se trata de um Latossolo, e sua compactação ainda é notória.

Dessa forma, o agricultor pergunta a você: quais fatores conduziam a identificação da classe do solo local? Como ela pode ser associada a baixa produtividade? Em caso de mecanização, poderia ocasionar algum problema no local?

Para responder esses questionamentos, vamos conhecer algumas das classes de solo do SiBCS e suas características, que poderão ser úteis no manejo de áreas agrícolas.

Vamos lá?

## Não pode faltar

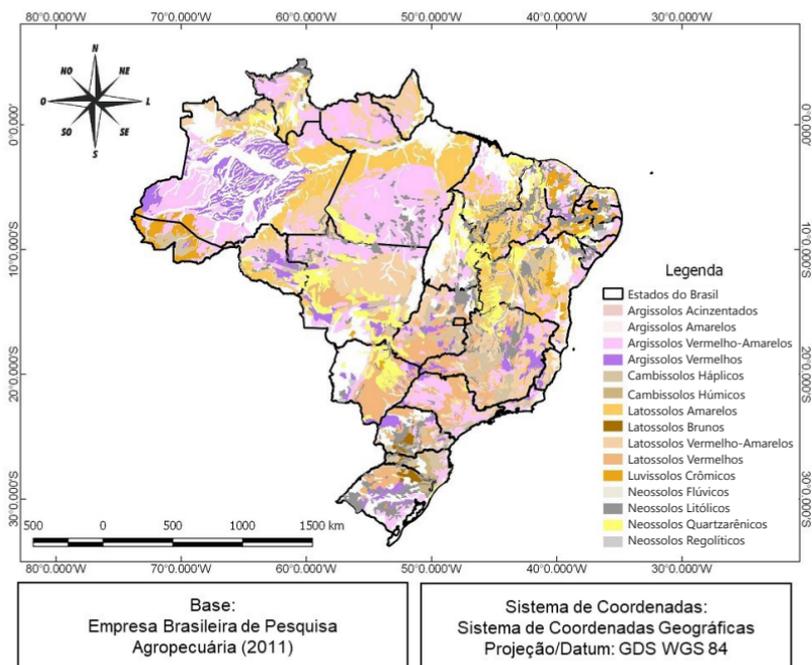
Olá, aluno. Vamos dar prosseguimento em nossos estudos relacionados à Classificação dos solos? Até o momento, abordamos diversas características do solo, como seus caracteres e horizontes diagnósticos. Vimos, ainda, que o solo é dividido em classes, contemplando diferentes níveis hierárquicos, e quanto mais específico, maior o nível de detalhamento.

Vamos agora conhecer um pouco mais sobre os principais solos encontrados no Brasil? Antes, vamos retomar alguns conceitos importantes que ressaltam a importância dos solos. O solo pode ser considerado um recurso natural insubstituível, elemento necessário para a manutenção da população, principalmente ao se considerar a produção de alimentos. A partir da percepção de que o solo é constituído por diferentes elementos, podendo apresentar estruturas e disponibilidade de nutrientes diversificadas, surgiu a necessidade da classificação dos solos.

No Brasil, país localizado em zona predominantemente tropical, nota-se que o processo de formação dos solos não contemplou grandes movimentações desde o final do Cretáceo, o que permite afirmar que têm menor importância na formação dos solos atuais, tendo a pedogênese (formação e organização do material intemperizado associado à matéria orgânica) como um fator preponderante.

A intensidade dos processos relacionados à pedogênese podem variar, ocasionando a ocorrência de diferentes tipos de solo decorrentes de diferentes condições climáticas, material de origem, fatores químicos, físicos e biológicos, dentre outros. Partindo desse conceito, vamos juntos explorar as classes de solos existentes no Brasil? Nesse momento, abordaremos os **Latossolos**, **Argissolos**, **Luvissolos**, **Neossolos** e **Cambissolos**, bem como sua distribuição geográfica (Figura 3.1).

Figura 3.1 | Distribuição espacial das classes com maior representatividade no território brasileiro



Fonte: elaborada pelo autor.

Para iniciar, vamos conhecer um dos solos mais representativos no âmbito nacional: o **Latossolo**. Ele se encontra distribuído em todo território, desenvolvendo-se nos mais variados tipos de rocha. São considerados solos antigos, com elevada profundidade, apresentando horizonte B latossólico como diagnóstico, encontrado geralmente posterior ao horizonte superficial, em uma profundidade que varia entre 1,5 a 3 metros, de acordo com as características do local.

Segundo Santos *et al.* (2018), o Horizonte B latossólico, representado pela sigla *Bw*, é constituído predominantemente por minerais como óxido de ferro, alumínio, argilominerais e quartzo, caracterizados por maior resistência ao processo de intemperismo. Desta forma, o horizonte *Bw* sempre apresentará avançado estágio de intemperização.

Além disso, a baixa capacidade de troca de cátions, associada a argilas de menor atividade, acarretam pouca fertilidade natural, assumindo predominantemente o caráter distrófico. As cores do latossolo variam entre tons amarelados e vermelhos escuros, de acordo com a maior ou menor concentração de óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, ou relacionados à redução e hidratação dos óxidos de ferro.

Os Latossolos geralmente estão associados a climas tropicais e úmidos, localizados em áreas com relevos planos e pouco ondulados, o que lhe confere uma alta aptidão agrícola, principalmente para culturas mecanizáveis (MONIZ, 1975). Um fator limitante, no entanto, como ressaltado anteriormente, é a baixa fertilidade natural, que pode ser solucionada a partir da adição artificial de nutrientes, por meio de adubação.



### Pesquise mais

Os Latossolos são muito utilizados para diferentes culturas agrícolas. Assim, suas características químicas variarão de acordo com o manejo agrícola realizado.

Santos *et al.* (2017) realizaram um estudo muito interessante, que analisa o comportamento do Latossolo de acordo com o manejo convencional, plantio direto e área florestada de eucalipto.

SANTOS, O. F.; SOUZA, H. M.; OLIVEIRA, M. P.; CALDAS, M. B.; ROQUE, C. G. Propriedades químicas de um Latossolo sob diferentes sistemas de Manejo. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, n. 1, p. 36–42, jan./mar. 2017.

No Brasil, cerca de 2.702.210,833 Km<sup>2</sup> são ocupados por Latossolos, nas subordens Amarelos, Vermelho-Amarelos, Vermelho e Brunos (Figura 3.2), correspondendo a 31,73% (Tabela 3.1) de todo o território nacional, destacando-se no Estados de Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Amapá. Santa Catarina, Acre, Ceará e Paraíba apresentam baixa incidência dessa formação, que não ocorre em Sergipe.

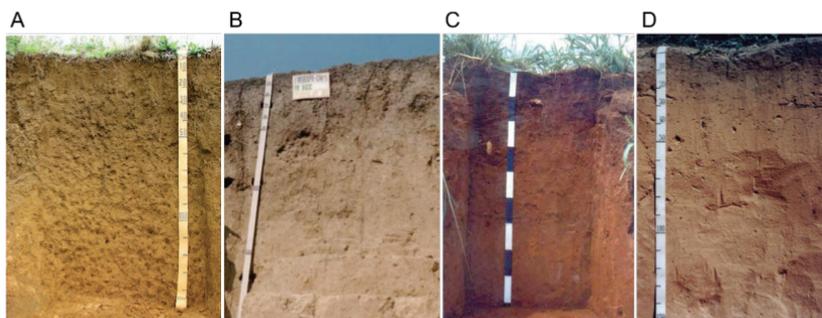
Tabela 3.1 | Distribuição dos Latossolos no Brasil

Classe	Área ( Km <sup>2</sup> )
Latossolos Amarelos	1.018.985
Latossolos Vermelho-Amarelos	1.039.788
Latossolos Vermelhos	613.675
Latossolos Brunos	29.761
Total	2.702.209,833
% do território brasileiro	31,73

Fonte: adaptada de Santos (2011).

Segundo IBGE (2015), os Latossolos Vermelhos têm grande ocorrência na bacia do Paraná, derivados de basaltos da Formação Serra Geral. Apresentam elevado potencial agrícola e são utilizados como subsídio em grande parte da produção agrícola do Brasil, destacando-se a cana-de-açúcar em São Paulo. De acordo com Almeida, Santos e Zaroni (2018), os Latossolos Vermelhos podem limitar o desenvolvimento vegetal por serem solos com baixo nível de fósforo e fertilidade natural, disponibilidade hídrica reduzida e susceptibilidade à compactação e processos erosivos. Porém, assim como os latossolos no geral, se manejados corretamente, propiciam um ambiente adequado para a produção agrícola.

Figura 3.2 | (A) Latossolo- Bruno, (B) Latossolo Amarelo, (C) Latossolo Vermelho e (D) Latossolo Vermelho-Amarelo



Fonte: IBGE (2015, p. 295; 296; 298 e 299).

Outro grupo de grande representatividade é o dos **Argissolos**, caracterizados por apresentar um horizonte mineral subsuperficial com textura franco arenosa ou mais fina, em que houve incremento de argila, denominado horizonte B textural, apresentando maior quantidade de argila do que o horizonte subjacente.

Geralmente, os argissolos apresentam baixa atividade de argila, mas pode ocorrer uma alta atividade quando associada à saturação por bases baixas ou com a presença de alumínio no horizonte B, podendo apresentar horizonte plíntico que não satisfaça os requisitos dos plintossolos, ou horizonte glei, que, se presente, não apresente as demais características dos gleissolos (MANZATTO; FREITAS JUNIOR; PERES, 2002).

Esta tipologia ocorre em relevos suaves ondulados e ondulados, tendo como característica marcante uma diferença visual de textura entre o horizonte superficial que geralmente se apresenta com grande quantidade de areia, e o subsuperficial, marcado pela alta concentração de argila.

A maior quantidade de argila no horizonte subsuperficial em relação

ao superficial faz com que este seja susceptível à erosão, visto que, com a ocorrência de precipitações intensas, a água penetra facilmente na camada superficial e encontra dificuldades de permeabilidade na camada subsequente, o que acarreta encharcamento do primeiro horizonte e maior propensão para a ocorrência de processos erosivos.

Outra característica dos argissolos é sua baixa fertilidade natural (pode, entretanto, haver locais que apresentem ótima fertilidade natural), que, associada à susceptibilidade à erosão, os torna limitados para alguns cultivos agrícolas, tornando necessária a adoção de boas práticas agrícolas e de adubações recorrentes (BATISTA; PAIVA; MARCOLINO, 2014).

No Brasil, os argissolos contemplam 2.313.602,914 Km<sup>2</sup>, ou 27,17 % (Tabela 3.2) do território nacional, ou seja, somado ao Latossolo, ambos representam 58,9% dos solos brasileiros, sendo desta forma, fundamental a identificação correta destas tipologias no campo.

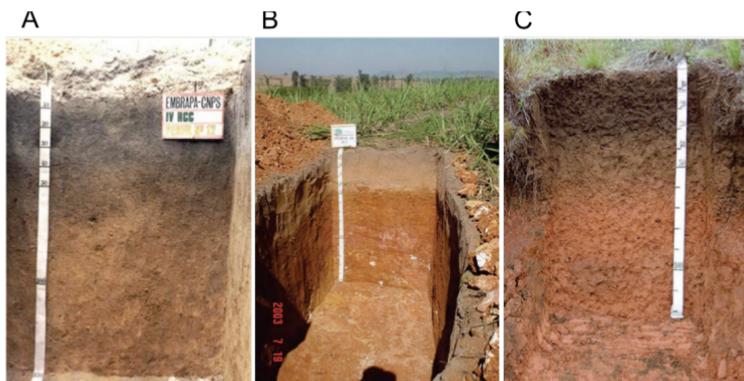
Tabela 3.2 | Distribuição dos Argissolos no Brasil

Classe	Área (Km <sup>2</sup> )
Argissolos Acinzentados	1.923
Argissolos Amarelos	30.977
Argissolos Vermelho-Amarelos	1789578,095
Argissolos Vermelhos	491.124
Total	2.313.601,914
% do território brasileiro	27,17

Fonte: adaptada de Santos (2011).

Os Argissolos são encontrados em todos os estados do Brasil, com maior destaque na Amazônia e Pará, influenciado, dentro outros fatores, pela floresta amazônica. Vale ressaltar que o Estado de São Paulo também apresenta uma área considerável com a presença de solos com essa classificação. Podem ser encontrados classificados no segundo nível, denominados Acinzentados, Amarelos, Vermelho-Amarelos e Vermelhos (Figura 3.3)

Figura 3.3 | (A) Argissolo Amarelo; (B) Argissolo Vermelho e (C) Argissolo Vermelho-Amarelo



Fonte: IBGE (2015, p. 285).



### Refleta

Os Latossolos e os Argissolos juntos somam metade de todas as terras agricultáveis do Brasil. É possível realizar o mesmo manejo de solo para ambos?

Quando um solo apresenta argilas com alta atividade aliada à elevada saturação por bases no horizonte B textural ou B Nítico posterior à camada superficial, este é denominado **Luvissolo** (antigo Bruno Não Cálxico), que também tem como característica a presença de horizontes superficiais proeminentes (BATISTA; PAIVA; MARCOLINO, 2014).

Ocorre em relevos ondulados a fortemente ondulados, o que proporciona a esse solo pouca profundidade: não ultrapassam 1,20 m. Há uma nítida diferença entre os horizontes, evidenciado principalmente pela mudança textural abrupta (SANTOS *et al.*; 2018, SANTOS; ZARONI; ALMEIDA, 2018).

Quanto às propriedades químicas, os Luvissolos são levemente ácidos e ligeiramente alcalinos, com baixos teores de alumínio. Em seu horizonte superficial, poderá ocorrer a presença de pedregosidade, caráter sódico ou solódico. Há também a associação deste tipo de solo em áreas alagáveis, assumindo o aspecto hidromórfico.



### Assimile

Os Luvissolos apresentam uma alta saturação por bases em todo o seu perfil, o que lhes confere a característica de serem um solo eutrófico, ou seja, com fertilidade natural, um aspecto interessante para a agricultura.

Entretanto, o relevo é um fator limitante para práticas agrícolas, principalmente pelo potencial erosivo associado aos Luvisolos, devido suas características.

Distribuído geograficamente em menor escala no Brasil, quando comparado a classes que já estudamos, este solo representa 2,94% do território nacional, abrangendo 250.683,904 Km<sup>2</sup>, e é caracterizado como Luvisolo Crômico (SANTOS, 2011).

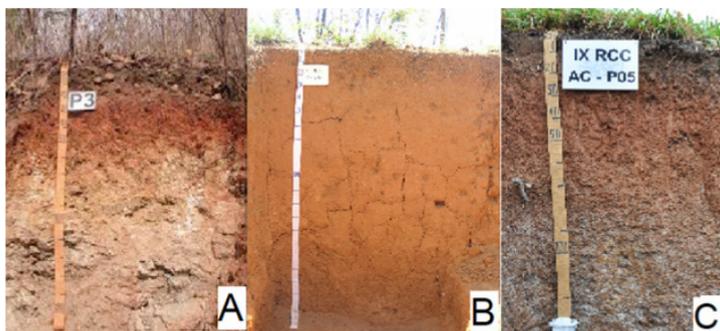
Sua maior distribuição ocorre na região Nordeste, principalmente na zona semiárida, com maior ocorrência nos estados de Pernambuco, Paraíba e Ceará, além do estado do Acre (BATISTA; PAIVA; MARCOLINO, 2014). Ressalta-se que, pode-se encontrar Luvisolos no Mato Grosso e no Rio Grande do Sul, porém, sem expressividade territorial (SANTOS, 2011).



### Exemplificando

Observe na Figura 3.4 a exemplificação de Luvisolo, Latossolo e Argissolo.

Figura 3.4 | (A) Luvisolo, (B) Latossolo e (C) Argissolo



Fonte: Embrapa (2018). Disponível em: (A) [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/129058/mod\\_resource/content/1/Aula%209%20-%20Luvisolos%2C%20Chernossolos%20e%20Nitossolos\\_11-10-2013.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/129058/mod_resource/content/1/Aula%209%20-%20Luvisolos%2C%20Chernossolos%20e%20Nitossolos_11-10-2013.pdf); (B) [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONT000g05ip3qr02wx5ok0q43a0r3t5vjo4.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000g05ip3qr02wx5ok0q43a0r3t5vjo4.html); (C) [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONT000gmziudsg02wx5ok0liq1mqd233gbr.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gmziudsg02wx5ok0liq1mqd233gbr.html). Acessos em: 15 fev. 2019.

Viu como o horizonte diagnóstico é bem diferente nos três casos apresentados? Enquanto no Luvisolo (A) já é possível observar a presença de pedregulhos no horizonte superficial e a pouca profundidade do solo, nos Latossolos (B) nota-se horizontes bem desenvolvidos e profundos. Já no Argissolo (C), a presença de argila confere uma coloração escura, bem como uma diferença visual na cor de ambos os horizontes.

Existem solos que não apresentam horizonte B, sendo este fato associado principalmente a sua idade, ou seja, solos jovens ainda estão em processo de formação, o que ocasiona pouca profundidade. Estamos falando, então, dos Neossolos.

Os Neossolos geralmente apresentam constituição de material mineral ou orgânico que não ultrapassam 0,20 cm de profundidade, tendo diversas características semelhantes ao seu material de origem. Existem quatro principais tipos de Neossolos: flúvicos, litólicos, regolíticos e os quartzarênicos. Vamos conhecer melhor cada um deles?

Os Neossolos flúvicos são formados a partir da deposição de sedimentos aluviais, que podem ser advindos de inundações, por exemplo. Desta forma, uma característica marcante é que os horizontes não apresentam semelhanças pedogenéticas entre si, ou seja, são camadas estratificadas que podem ter sido formadas com materiais de diferentes locais. Esta tipologia ocorre principalmente em matas de galeria e áreas de inundação.

A coloração, capacidade de troca catiônica e saturação por bases dos Neossolos flúvicos, dependerá dos sedimentos que o formam, podendo ser elevada ou baixa de acordo com o local.

Já os Neossolos quartzarênicos são mais profundos, apresentando alta concentração de areia, o que lhe confere aspecto poroso e facilidade de drenagem, e isso provoca falta de nutrientes, com baixos teores de argila e matéria orgânica (PES; ARENHARDT, 2015). São encontrados em relevos suavemente ondulados a planos, e apresentam, como principais limitações agrícolas, a baixa capacidade de armazenar nutrientes e água para as plantas, bem como o acentuado potencial de erosão.

Já os Neossolos Litólicos são rasos, logo têm horizonte superficial diretamente associado à rocha. Apresenta ampla distribuição geográfica, sendo comumente associado a relevos fortemente ondulados e escarpas (PES; ARENHARDT, 2015). Práticas agrícolas são raras nestes solos devido à dificuldade de manejo e plantio.

Por fim, os Neossolos Regolíticos são pouco desenvolvidos e geralmente têm textura arenosa com risco de erosão em declividade acentuadas. Também apresentam ampla distribuição geográfica, sendo utilizados no Nordeste para, além de pastagem, plantio de algodão mocó, sisal, abacaxi e tomate, dentre outros (SANTOS; ZARONI; ALMEIDA, 2018).

Desta forma, as quatro tipologias de Neossolos são distribuídas em todo território brasileiro, contemplando 13,69% do território, em uma área de 1.165.679,857 Km<sup>2</sup> (Tabela 3.3). De grande incidência no Piauí e outros estados da região nordeste, pode ser encontrado em todos os estados brasileiros, com

exceção do Acre. Também é pouco presente na Amazônia, Amapá, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, dentre outros (SANTOS, 2011).

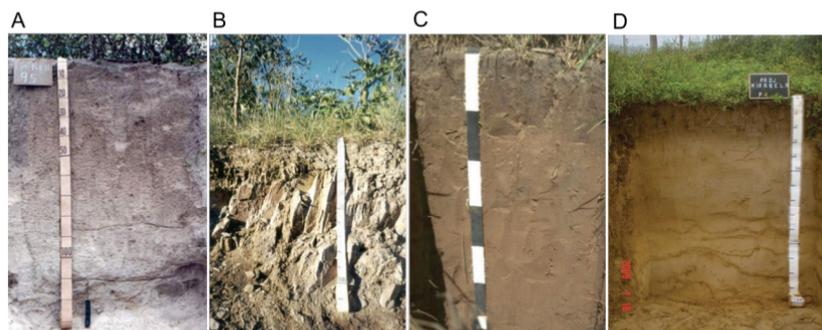
Tabela 3.3 | Distribuição dos Neossolos no Brasil

Classe	Área ( Km <sup>2</sup> )
Neossolos Litólicos	630.288
Neossolos Quartzarênicos	490.023
Neossolos Regolíticos	19.479
Neossolos Flúvicos	25.890
Total	1.165.679,857
% do território brasileiro	13,69

Fonte: adaptada de Santos (2011).

Os Neossolos podem ser encontrados classificados no segundo nível, denominados Litólicos, Quartzarênicos, Flúvicos e Regolíticos (Figura 3.5).

Figura 3.5 | (A) Neossolo Regolítico, (B) Neossolo Litólico, (C) Neossolo Quartzarênico e (D) Neossolo Flúvico



Fonte: IBGE (2015, p. 303, 304 e 306).

Outra classe de solo que ocorre em 5,26% do território brasileiro é o **Cambissolo** (Tabela 3.4), caracterizado pelo pouco desenvolvimento em seus horizontes, apresentando algumas características do material de origem, onde visualmente é possível perceber fragmentos de rochas e demais minerais primários (BATISTA; PAIVA; MARCOLINO, 2014; JACOMINE, 2009).

Tabela 3.4 | Distribuição dos Cambissolos no Brasil\*

Classe	Área ( Km <sup>2</sup> )
Cambissolos Háplicos	419.253
Cambissolos Húmicos	32.344
Total	451.597,600
% do território brasileiro	5,30

\*No mapeamento não foram apresentados os Cambissolos Flúvicos e Hísticos por não serem representativos na escala utilizada.

Fonte: adaptada de Santos (2011).

O horizonte diagnóstico dos Cambissolos é o B Incipiente, que tem como principal característica o pouco desenvolvimento estrutural. As taxas de saturação por bases e a atividade de argila dependerão do local onde o solo está inserido. Além disso, estes solos podem variar de profundos a pouco profundos, sendo geralmente considerados com baixo potencial de permeabilidade.

Devido a características supracitadas, aliada aos locais em que estes solos são distribuídos, geralmente associados a relevos ondulados ou fortemente ondulados, os cambissolos apresentam grande capacidade de erosão e friabilidade, fazendo com que práticas agrícolas sejam limitadas, inviabilizando o uso de maquinário e de plantas menos adaptadas (IBGE, 2015).

Tais condições implicam em sua distribuição geográfica, ocupando grande parte do território de Santa Catarina, ocupando aproximadamente 46,22% do Estado, o que corresponde a aproximadamente 44.331 Km<sup>2</sup>. Para comparar, Minas Gerais possui 18,77%, totalizando 110.088 Km<sup>2</sup> (SANTOS *et al.* 2011; POTTER *et al.*, 2004). Segundo Batista, Paiva e Marcolino (2014), a parte oriental dos planaltos do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná apresentam Cambissolos com elevados teores de matéria orgânica e alumínio extraível, apresentando elevada importância econômica. Na região Nordeste e no Acre, comumente encontram-se com elevada fertilidade natural e com grande incidência na Depressão de Paranatinga, no Estado do Mato Grosso, em relevo suave e sem pedregosidade (IBGE, 2015).

Geralmente os Cambissolos são encontrados classificados no segundo nível, denominados, Háplicos, Húmicos, Flúvicos e Hísticos (Figura 3.6).

Figura 3.6 | (A) Cambissolo Háplico, (B) Cambissolo Húmico, (C) Cambissolo Flúvico e (D) Cambissolo Hístico



Fonte: IBGE (2015, p. 217) e Santos *et al.* (2018, p. 506 e 508).

Espero que tenha aprofundado os seus conhecimentos sobre as diferentes ordens dos solos brasileiros. Na próxima seção, abordaremos as demais ordens utilizadas pelo SiBCS, com destaque para as de menor distribuição territorial no território nacional. Até lá!

### Sem medo de errar

Agora, na segunda atividade, os agricultores acompanharão você em uma visita a uma propriedade que está à venda e que um dos agricultores que participam da atividade tenciona adquirir. O produtor já possui algumas propriedades, nas quais é realizado o cultivo de laranja, e o intuito é verificar se a propriedade é adequada para esse tipo de cultivo. Durante a visita, você verifica que o local apresenta relevo adequado para mecanização e ainda nota que o solo apresenta superficialmente características que condizem com os processos de erosão laminar.

É realizada a abertura de uma trincheira para identificação do solo à nível de subordem no local, bem como para verificar se ele poderá fornecer respostas sobre possíveis limitações que poderão afetar a produção dos frutos de laranja. Antes de adentrar na trincheira, é fornecida a análise de solo do local, pela qual é possível observar a baixa disponibilidade de nutrientes; também consta que o local apresenta estrutura predominantemente granular. Também é possível observar, por meio do Ki (índice de intemperismo), que o local apresenta alto intemperismo, sendo esse conjunto de fatores um indicativo de Latossolo. Para concluir, é observado o perfil do solo utilizando a trincheira, e verifica-se então que realmente se trata de um Latossolo, e é notória a sua compactação.

Dessa forma, o produtor lhe questiona: quais fatores conduziam a identificação da classe do solo local? Como ela pode ser associada à baixa produtividade? A mecanização poderia ocasionar algum problema no local?

Respondendo a primeira pergunta do produtor, informe que o local apresenta Latossolo Vermelho, identificado por meio do índice de intemperismo, estrutura e cor. Latossolos são solos antigos, o que condiz com solos intemperizados, apresentando estruturas granulares e, no caso específico, coloração vermelha proveniente da concentração de óxido de ferro. A cor pode ser facilmente identificada pela observância da matiz do solo, que remete a cores vermelhas na escala de Munsell.

Complemente explicando que essa classificação condiz com solos antigos amplamente distribuídos no Brasil, sendo a ordem de maior representatividade, que apresentam horizonte B latossólico como diagnóstico, em uma profundidade que varia entre 1,5 a 3 metros, de acordo com as características do local.

Dessa forma, a elevada profundidade condiz com solos bem desenvolvidos, ou seja, avançado intemperismo, baixa capacidade de troca de cátions associada a argilas de menor atividade e pouca fertilidade natural, assumindo predominantemente o caráter distrófico. Esse pode ser um dos fatores limitantes para a produtividade do local, o que pode ser solucionado com a adição artificial de nutrientes, por meio de adubação.

Para finalizar, explique que em caso de mecanização no local, apesar de os Latossolos geralmente estarem localizados em áreas com relevos planos e pouco ondulados, possibilitando a mecanização, quando ela é realizada, acarretará compactação do solo local. Consequentemente, diminui-se a porosidade do solo, limitando tanto a disponibilidade hídrica nas camadas superiores bem como a penetração das raízes em profundidades maiores.

Analisando os aspectos conjuntamente, observa-se que a limitação encontrada no local será advinda da condição natural do solo local que, por apresentar avançado grau de intemperismo, apresenta baixa fertilidade, podendo ser potencializada pela utilização de maquinário agrícola, ocasionando a compactação do solo local. Porém, com o manejo correto (adubação e técnicas adequadas de uso e conservação do solo), o local poderá ser utilizada para produção de laranja.

E assim resolvemos mais uma situação-problema. Espero que tenha aproveitado e que consiga aplicar os conhecimentos em uma carreira de sucesso.

## Aquisição de propriedade rural em Santa Catarina

### Descrição da situação-problema

Você atua como consultor agrícola que auxilia os produtores rurais nos mais diversos assuntos, relacionados desde a escolha da melhor cultura até a condições e correções necessárias para o bom desempenho produtivo. Dessa forma, você foi contratado para realizar uma consultoria para um produtor rural que possui algumas propriedades em Santa Catarina, em áreas de Argissolo. Como ele pretende adquirir uma nova propriedade com o intuito de realizar o plantio de arroz irrigado, você é designado para avaliar as condições do local, verificando a viabilidade do solo. Analisando a propriedade, você informa que se trata de um Cambissolo em área de relevo plano, e que poderá ser utilizado para fins agrícolas desde que seja realizado o manejo adequado. Visto que o produtor ainda pretende adquirir outras propriedades no Estado, surgem as seguintes perguntas: Santa Catarina apresenta ampla distribuição desse solo? Quais as suas peculiaridades? A cultura é adequada para o local? Quais são os cuidados que deverão ser tomados para utilização do local?

### Resolução da situação-problema

Em relação a questão da expansão comercial por meio da aquisição de propriedades no estado de Santa Catarina, saliente para o produtor que o Cambissolo encontrado no local apresenta elevada distribuição no Estado, perfazendo aproximadamente 46% das terras catarinenses e que, dessa forma, é provável que existam diversas propriedades com esse tipo de solo.

Com relação às suas particularidades, os Cambissolos são caracterizados pelo pouco desenvolvimento em seus horizontes, apresentando algumas características do material de origem, no qual visualmente é possível perceber fragmentos de rochas e demais minerais primários, e a sua identificação é realizada por meio do horizonte diagnóstico B Incipiente, que tem como principal característica o pouco desenvolvimento estrutural.

Sobre a cultura, o arroz de sequeiro é adequado, pois como podem apresentar locais de menor profundidade, o sistema radicular que necessita de menor penetração permite que se tenham bons resultados. Porém, no caso do arroz irrigado, é necessário um horizonte ou camada de solo que segure água, ou seja, baixa permeabilidade, além do relevo plano. Dessa forma, a

cultura inicialmente analisada não se mostra adequada para a área, porém pode-se optar, caso viável, pelo arroz de sequeiro.

Nesse caso, como o local apresenta relevo plano e Cambissolos com elevados teores de matéria orgânica e alumínio extraível, deve-se realizar o manejo para correção da acidez e dos teores de alumínio, que podem ser prejudiciais ao cultivo do arroz. É necessário, ainda, que seja feita a adubação de acordo com as particularidades da cultura.

Como o produtor pretende adquirir outras propriedades no Estado, antes de realizar a aquisição é importante fazer um estudo do tipo de solo para ver sua potencialidade e limitações, contando com o auxílio de um profissional com experiência em solo.

### Faça valer a pena

**1.** Os solos são elementos fundamentais para a sobrevivência da população, visto que a produção de alimentos está diretamente relacionada a este elemento. No Brasil, há uma heterogeneidade de classes de solo, que são classificadas pelo SiBCS para direcionar as formas de manejo, visando aumentar a produtividade e preservar as características essenciais dos solos. Sobre as classes existentes no Brasil, analise as afirmações a seguir:

- I. Os \_\_\_\_\_ são caracterizados pela ausência de horizonte B diagnóstico e a pouca profundidade, associada ao seu tempo de desenvolvimento.
- II. Solos bem desenvolvidos, profundos, que naturalmente apresentam menor saturação por bases, o que lhe confere o caráter distrófico são conhecidos como \_\_\_\_\_.
- III. Ao se analisar o horizonte de um \_\_\_\_\_ é possível notar fragmentos de materiais primários, tais como a rocha que lhe deu origem.
- IV. Em áreas alagadas ou próximas a corpos hídricos, ocorre a existência de \_\_\_\_\_, que são formados a partir da deposição de sedimentos, podendo não apresentar herança pedogenética entre os perfis.

Com base nas afirmações, assinale a alternativa que complete as lacunas de maneira correta.

- a) Neossolos, Latossolos, Cambissolos, Neossolos Flúvicos.
- b) Cambissolos, Neossolos, Latossolos, Neossolos Flúvicos.
- c) Latossolo, Neossolo, Cambissolos, Luvisolos.
- d) Neossolos, Latossolos, Luvisolos, Cambissolos.
- e) Luvisolos, Cambissolos, Latossolos, Neossolos.

**2.** O estudo dos solos é fundamental para a implantação de práticas agrícolas coerentes, visto que sua profundidade, textura, horizonte predominante, material de formação e demais características permitirão sua classificação de acordo com o SiBCS, e assim, contribuirão na produtividade e manejo dos cultivares agrícolas. Imagine que você foi contratado como agrônomo de uma fazenda na qual será necessário identificar um tipo de solo. Em uma análise visual, foi possível constatar a ausência de horizonte B diagnóstico, bem como textura arenosa e pouca representatividade de argila e matéria orgânica. O local ainda apresenta ravinas e voçorocas, sendo possível constatar a influência do solo neste cenário.

Com base no proposto, assinale a alternativa que represente o solo descrito no texto-base:

- a) Neossolo Flúvico.
- b) Latossolo.
- c) Luvissole.
- d) Cambissolo.
- e) Neossolo quartzarênico.

**3.** Devido aos diversos processos de formação do território brasileiro, é possível encontrar uma heterogeneidade de classes de solo, que se caracterizam de maneiras distintas, ocorrendo, em menor ou maior quantidade, em todo o território nacional. Sobre as classes de solo, é possível afirmar:

- I- Os latossolos e os neossolos são os mais representativos no cenário brasileiro, correspondendo a mais da metade das terras agricultáveis.
- II- Os argissolos são caracterizados por possuir uma camada superficial de argila, o que lhe confere uma menor susceptibilidade a processos erosivos.
- III- Os luvissoles são encontrados em ambientes próximos a corpos hídricos, tendo como principal característica a ausência de ligação pedogenética entre os horizontes.
- IV- O horizonte B incipiente é característico dos cambissolos, que também podem apresentar fragmentos de rochas e outros minerais.

Com base no descrito, assinale a alternativa que corresponda à questão correta:

- a) Estão corretas as assertivas II e IV, apenas.
- b) Estão corretas as assertivas II e III, apenas.
- c) Está correta a assertiva III, apenas.
- d) Está correta a assertiva IV, apenas.
- e) Está correta a assertiva II, apenas.

## Principais classes de solos do Brasil com menor distribuição territorial

### Diálogo aberto

Olá, aluno! Para continuarmos nossos estudos na disciplina Ciência do Solo: Classificação, vamos agora conhecer as demais classes de solos de acordo com o SiBCS. Na seção anterior, você conheceu os Latossolos, os Argissolos, os Luvisolos, os Neossolos e os Cambissolos, bem como sua distribuição geográfica. Agora, vamos conhecer os Planossolos, os Nitossolos, os Gleissolos, os Plintossolos, os Vertissolos, os Chernossolos, os Espodossolos e os Organossolos!

E para que seja possível aproximar os conteúdos que serão estudados a uma vivência profissional, aplicaremos os conceitos para solucionar a problemática proposta no início da unidade: você é um engenheiro agrônomo e atua em uma consultoria agrícola que foi contratada por uma grande cooperativa da região Sul do Brasil, e tem realizado treinamentos e palestras com os cooperados, além de estudos referentes à classificação do solo em suas diferentes propriedades.

Para finalizar os trabalhos realizados com os agricultores, nesta terceira atividade, eles acompanharão você em uma propriedade recém-adquirida por um dos cooperados, que vem realizando alguns levantamentos, a fim de verificar a viabilidade do cultivo da soja (*Glycine Max L.*).

O novo proprietário salienta que o local anteriormente vinha sendo utilizado para pastagem, e que agora ele tem o intuito de fazer o uso para cultivo na área, visto que o relevo se apresenta adequado para mecanização por ser uma área plana.

Com o relatório da análise do perfil do solo local em mãos, foi possível notar que ocorreu uma perda acentuada de argila superficial, sendo concentrada no horizonte subsuperficial, podendo ter ocasionado o adensamento do solo local. Assim, é realizada a abertura de uma trincheira para verificar quais as condições atuais do solo no local. Devido ao uso, foi verificado que o solo se encontra compactado, sendo que naturalmente ele já apresentava adensamento em função da concentração de argila.

Analisando as características levantadas e observadas no local, você conclui que se trata de um Planossolo Háptico e salienta que o plantio de

soja poderia não ser a melhor opção para o local, porém, ainda poderia ser utilizado, se aplicadas as corretas técnicas de manejo.

Dessa forma, o proprietário lhe questiona: porque o cultivo da soja pode não ser adequado para o local a priori? Quais as técnicas que poderiam auxiliar na utilização da área? Qual seria a melhor opção de uso para esse tipo de solo?

Para responder a todas as dúvidas do agricultor, vamos conhecer algumas das classes de solo do SiBCS e suas características, que poderão ser úteis no manejo de áreas agrícolas.

Vamos lá!

### Não pode faltar

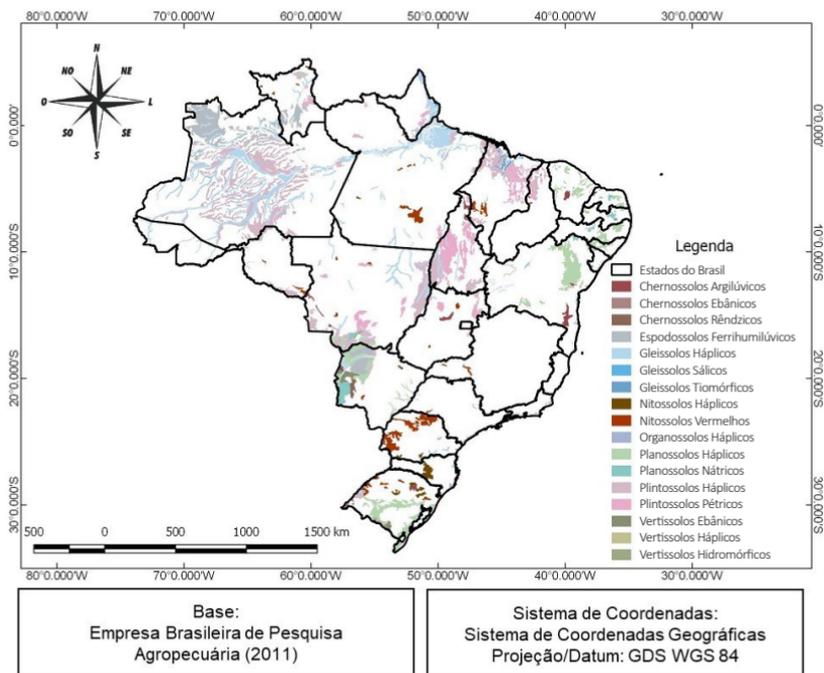
---

Olá, aluno! Vamos continuar nossos estudos relacionados à Classificação dos solos? Anteriormente, abordamos algumas classes de solos a nível de ordem e subordem, bem como sua distribuição espacial no território brasileiro. Foi possível observar que, das 13 ordens de solo que existem no Brasil, apenas três perfazem mais de 70% do território brasileiro (SANTOS *et al.*, 2011). Ao todo, vimos cinco diferentes classes de solo do Brasil.

Vale ressaltar que, como já mencionado, o solo é dividido em classes, contemplando diferentes níveis hierárquicos. Para completarmos nossos conhecimentos, vamos agora abordar as classes de solos que ainda não vimos.

Lembre-se de que a variação das características do solo está diretamente relacionada à intensidade dos processos de pedogênese e fatores ambientais, perfazendo diferentes formações. Essas condições são o princípio para a formação das ordens que serão nosso objeto de estudo nesse momento, denominadas Planossolos, Nitossolos, Gleissolos, Plintossolos, Vertissolos, Chernossolos, Espodossolos e Organossolos, bem como sua distribuição geográfica (Figura 3.7).

Figura 3.7 | Distribuição espacial das demais classes de solo no território brasileiro



Fonte: elaborada pela autora.

E, para iniciarmos, vamos conhecer os Planossolos. Esses solos são conhecidos por sua deficiência em drenagem, sendo classificados como imperfeitamente ou mal drenados. Para caracterizá-los, observa-se o seu horizonte diagnóstico (entre outros aspectos), classificado como eluvial, que apresenta textura variando de arenosa a média, acompanhado de horizonte B com uma alta acumulação de argila, ocorrendo variações entre (Btg), (Btn) ou (Btng) (SOUSA *et al.*, 2013).

Devido a esta característica de acumulação de argila, há uma dificuldade na permeabilidade das águas advindas da precipitação, o que acarreta em uma drenagem que varia de lenta a muito lenta. Além disso, naturalmente ocorre uma baixa fertilidade, que, associada a maior propensão a processos erosivos e aos horizontes superficiais de textura arenosos, dificulta o estabelecimento de algumas culturas agrícolas. Desta forma, nestas áreas recomenda-se o plantio de pastagens, com manejo que leve em consideração os riscos de erosão.

Em alguns casos, quando são classificados a nível de subordem, como Planossolos Háplicos, apresentam adensamento em função da concentração de argila subsuperficial, ocasionando restrições quanto à penetração das raízes. Essa condição limita sua utilização para culturas de sequeiro, porém não impede, caso seja realizada a aplicação das técnicas adequadas de preparo do solo. Ressalta-se que solos adensados estão sujeitos à compactação pelo uso intenso de máquinas agrícolas, e tais processos, atuando em conjunto, poderão reduzir significativamente a produtividade do local.

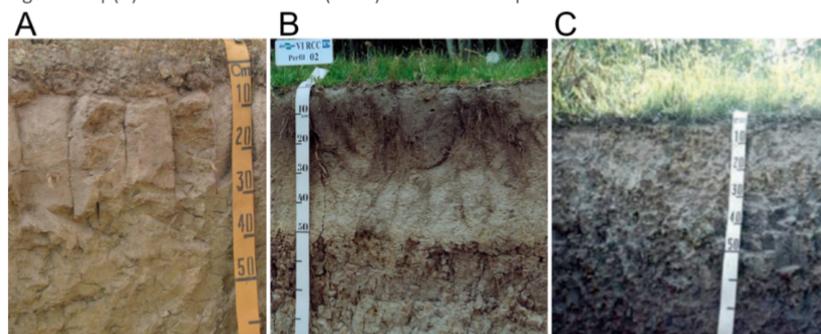
Os Planossolos são solos abundantes no Pantanal, bem como em áreas do semiárido e nas regiões produtoras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul, classificados como Planossolos Háplicos (Figura 3.8B e C), caracterizando a sua importância econômica. Além disso, ainda pode ser encontrado no nordeste brasileiro e nos estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Rio de Janeiro Planossolos Nátricos (Figura 3.8A), perfazendo 2,7% do território nacional (Tabela 3.5).

Tabela 3.5 | Distribuição dos Planossolos no Brasil

Classe	Área ( Km <sup>2</sup> )
Planossolos Háplicos	197.663
Planossolos Nátricos	32.838
Total	230.502,507
% do território brasileiro	2,71

Fonte: adaptada de Santos *et al.* (2011).

Figura 3.8 | (A) Planossolo Nátrico e (B e C) Planossolos Háplicos



Fonte: A) Santos *et al.* (2018, p. 567 e 568) e B) e C) IBGE (2015, p. 311).

Os Chernossolos diferenciam-se dos Neossolos pela presença do horizonte A chernozêmico, com aspecto escuro. São pouco profundos, com alta saturação por bases e elevado potencial agrícola por serem extremamente férteis, comumente encontrado nas encostas das serras. Isso ocorre uma vez que apresentam condições nutricionais adequadas (ricos quimicamente), além de grande quantidade de matéria orgânica no horizonte superficial, caracterizando um solo bem aerado e estruturado (SILVA; CHAVES; LIMA, 2009; PES; ARENHARDT, 2015).

São solos minerais que apresentam horizonte B espódico com espessura mínima de 2,5 cm, formados a partir da acumulação iluvial da matéria orgânica humificada contendo alumínio, podendo ainda conter ferro em alguns casos. Mas afinal, o que é um horizonte B espódico? Como já vimos, é um horizonte subsuperficial com acumulação de matéria orgânica e alumínio, apresentando baixo grau de desenvolvimento estrutural. A drenagem ocorre de maneira rápida no horizonte superficial, encontrando dificuldades de permeabilidade no horizonte B, que pode ocasionar encharcamento do solo em época de elevada precipitação.

No Rio Grande do Sul e Mato Grosso são encontrados Chernossolos Êbânicos e Chernossolos Rêndzicos (Figura 3.9B e C), respectivamente, sendo que Chernossolos Argilúvicos (Figura 3.9D), além dos dois estados já citados, apresentam ocorrência na Bahia, Goiás e Ceará, entre outros, perfazendo 0,38% do território nacional (Tabela 3.6).

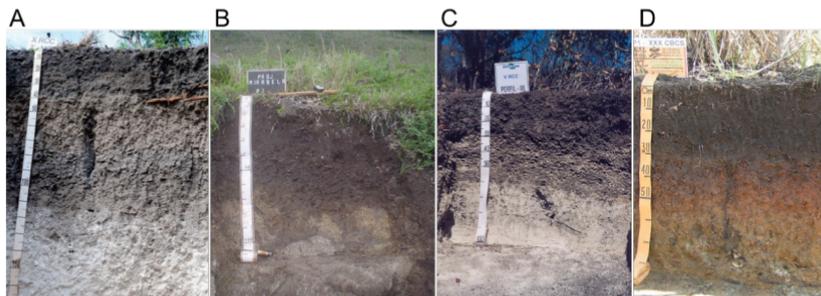
Tabela 3.6 | Distribuição dos Chernossolos no Brasil

Classe	Área ( Km <sup>2</sup> )
Chernossolos Argilúvicos	24.460
Chernossolos Ebânicos	595
Chernossolos Rêndzicos	6.210
Total	32.265,767
% do território brasileiro	0,38

\*No levantamento não foi apresentado o Chernossolo Háptico Flúvico por não ser representativo na escala utilizada.

Fonte: adaptada de Santos *et al.* (2011).

Figura 3.9 | (A) Chernossolo Háplico, (B) Chernossolo Ebânico, (C) Chernossolo Rêndzico e (D) Chernossolo Argilúvico



Fonte: A) e B) IBGE (2015, p. 289); C) e D) Santos *et al.* (2018, p. 514 e 518).



### Exemplificando

Quer um exemplo da utilização dos Chernossolos localizados em áreas de várzea?

Segundo Santos, Fidalgo e Áglio (2018), desde que apresentem drenagem imperfeita (mal drenados) e em relevo plano a suave ondulado, são aptos para o cultivo do arroz, devido a sua fertilidade natural, proporcionando alta produtividade.

Como já mencionamos em alguns momentos, os solos apresentam diferenças resultantes de vários fatores, dentre eles as condições ambientais, que influenciam o processo de intemperismo. Será que em margens de rios e áreas alagadas teremos as mesmas tipologias de solos?

Geralmente, há um processo de formação diferenciada nestes locais, e os substratos encontrados são bastante diferentes dos que estamos acostumados a presenciar em zonas bem drenadas. É o caso dos Gleissolos, que são conhecidos por apresentarem o horizonte glei, formado pela redução de ferro no fenômeno de oxirredução; o que acarreta em manchas mosqueadas em seu horizonte diagnóstico.



### Assimile

O fenômeno de oxirredução descrito nos gleissolos ocorre a partir do preenchimento de todos os poros do solo que anteriormente estavam cheios de ar com água, o que acarreta uma diminuição de oxigênio, provocando diversas reações, dentre elas o aumento das concentrações de formas solúveis de íons, como  $Fe^{3+}$  e  $Mn^{3+}$ , alterando o pH deste solo e contribuindo para a formação dos mosqueados descritos no horizonte diagnóstico dos gleissolos.

Naturalmente, são solos nos quais ocorrem permanentemente ou periodicamente a presença de água – exceto os que são artificialmente drenados – demonstrando, assim, uma alta proximidade com o lençol freático.

Os horizontes subsuperficiais apresentam coloração que variam entre acizentada, amarelada ou avermelhada, dependendo das condições em que este foi formado. Assim, há uma grande variação entre suas características físicas, químicas e morfológicas, que dependerão da condição hidromórfica de sua formação bem como os sedimentos depositados.

Os Gleissolos, assim como os Chernossolos, apresentam aptidão para o cultivo de arroz irrigado e, se utilizados sistemas artificiais de drenagem, possibilitam o plantio de culturas de sequeiro (PES; ARENHARDT, 2015).

Esse tipo de solo pode ser classificado, a nível de subordem, como: Tiomórficos, Sállicos, Hápllicos e Melânicos (Figura 3.10A-D). São solos que se concentram na região Norte, em uma faixa que vai desde o Rio Grande do Norte até o Amapá, e no Mato Grosso. Além dos já citados, podem ser encontrados, com menor expressividade no Paraná, Rio de Janeiro, São Paulo e Bahia, dentre outros, perfazendo 4,73% do território brasileiro (Tabela 3.7)

Tabela 3.7 | Distribuição dos Gleissolos no Brasil

Classe	Área ( Km <sup>2</sup> )
Gleissolos Hápllicos	377.387
Gleissolos Sállicos	18.937
Gleissolos Tiomórficos	6.191
Total	402.515,267
% do território brasileiro	4,73

\*No levantamento não foi apresentado o Gleissolo Melânico por não ser representativo na escala utilizada.  
Fonte: adaptada de Santos *et al.* (2011).

Figura 3.10 | (A) Gleissolo Hápllico, (B) Gleissolo Sállico, (C) Gleissolo Tiomórfico e (D) Gleissolo Melânico



Fonte: A), B) e D) Santos *et al.* (2018, p. 530, 532 e 534) e C) IBGE (2015, p. 294).

Os Vertissolos se caracterizam por apresentarem coloração cinza-escura, preta ou marrom, com no mínimo  $300 \text{ g kg}^{-1}$  de argila expansiva (2:1) e de alta atividade, que acarreta processos de expansão quando úmidos e contração quando secos. Como consequência deste processo, há a formação de fendilhamentos, que podem alcançar 10 a 20 cm de profundidade (SANTOS *et al.*, 2018).

Devido sua característica essencialmente argilosa, há uma boa produtividade agrícola nos Vertissolos, desde que se considerem os aspectos físicos e químicos desta tipologia. Também estão associados a relevos planos de pouca declividade. Porém, segundo Santos, Fidalgo e Áglio (2018), as restrições físicas ocorrem uma vez que os Vertissolos são muito duros quando secos e muito pegajosos quando molhados. Se bem manejados, são solos adequados (e utilizados) para pastagens e culturas anuais como trigo, milho e sorgo, além do arroz irrigado, em caso de áreas planas.

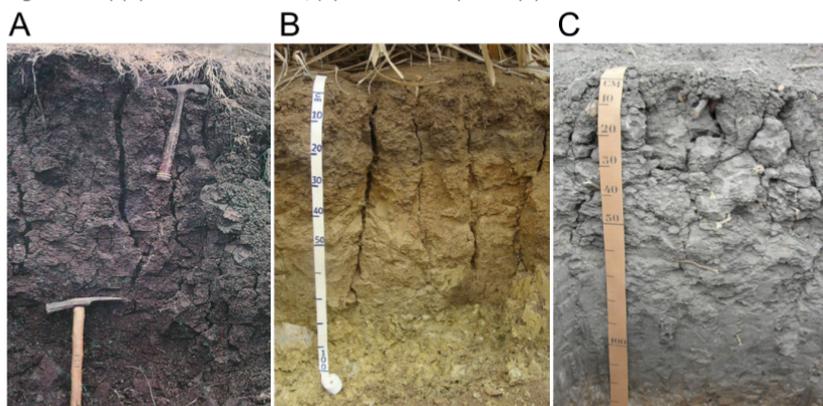
Os Vertissolos Êbanicos (Figura 3.11A) podem ser encontrados com maior incidência no Mato Grosso do Sul e com menor expressividade no Mato Grosso, Rio Grande do Sul e na região Nordeste. A região Nordeste ainda apresenta Vertissolos Háplicos (Figura 3.11B) e, o Mato Grosso, Vertissolos Hidromórficos (Figura 3.11C). Toda essa distribuição perfaz 0,21% do território brasileiro (Tabela 3.8).

Tabela 3.8 | Distribuição dos Vertissolos no Brasil

Classe	Área ( Km <sup>2</sup> )
Vertissolos Êbanicos	11.778
Vertissolos Háplicos	4.288
Vertissolos Hidromórficos	1.729
Total	17.794,183
% do território brasileiro	0,21

Fonte: adaptada de Santos *et al.* (2011).

Figura 3.11 | (A) Vertissolo Êbanico, (B) Vertissolo Háptico e (C) Vertissolo Hidromórfico



Fonte: Santos *et al.* (2018, p. 575, 577 e 579).

Os Nitossolos apresentam boa fertilidade quando comparados aos demais solos brasileiros, sendo um solo mineral, com pelo menos  $350 \text{ g kg}^{-1}$  de argila, não apresentando variação de cor acentuada no perfil. E se o solo apresentar variação de cor policromática (nítida variação de cor) no horizonte B? Essa característica é uma das condições que diferenciam o Nitossolo, sendo que, nesse caso, teríamos um Argissolo (PRADO, 2013; SANTOS *et al.*, 2018).

Apresentam coloração avermelhada característica, explicada por seus componentes minerais principais, nos quais se destacam os óxidos de ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). São conhecidos pelo seu alto grau de desenvolvimento, ou seja, profundos, porosos e bem drenados, associados a locais com declividade entre 3 a 20% (MARASCA *et al.*, 2013). Anteriormente conhecidos como terra roxa estruturada, são solos de elevada importância agrícola devido suas condições físicas e, quando eutróficos, apresentam elevado potencial produtivo. No caso de distróficos, ocorre boa interação com fertilização e correção do solo, e são utilizados para lavouras de café na região Sudeste e Sul (MARCONDES, 2007; SOUZA; LOBATO, 2018).

Mas como podemos caracterizá-lo no campo? O horizonte diagnóstico dos Nitossolos é marcado pelo B nítico com aspecto reluzente relacionado a sua cerosidade, textura que varia entre argilosa a muito argilosa e estrutura em blocos subangulares ou prismáticos. Devido a estas características, quando classificados como Eutróféricos ou Eutróficos apresentam uma fertilidade natural associada. Entretanto, a maioria dos Nitossolos, como já

mencionado, apresenta baixa fertilidade natural (distróficos), e esses solos são então classificados como Aluminicoférricos, Alumínicos ou Distroférricos.

A quantidade acentuada de argila faz com que haja uma pouca susceptibilidade à erosão, principalmente quando estão associados a relevos planos ou suavemente ondulados (declividade de até 3%). Porém, em locais com declividades superiores a 3%, há uma maior susceptibilidade da ocorrência de processos geotécnicos, tais como erosões e escorregamentos.

Segundo Santos *et al.* (2011), Nitossolos Háplicos e Nitossolos Vermelhos (Figura 3.12A e B) estão distribuídos em 1,14% do Brasil, concentrados na região Sul, com maior incidência no Paraná e em Santa Catarina, mas também podem ser encontrados no Pará e no Maranhão, além de outros estados como Rondônia e Minas Gerais, entretanto, com pouca expressão (Tabela 3.9).

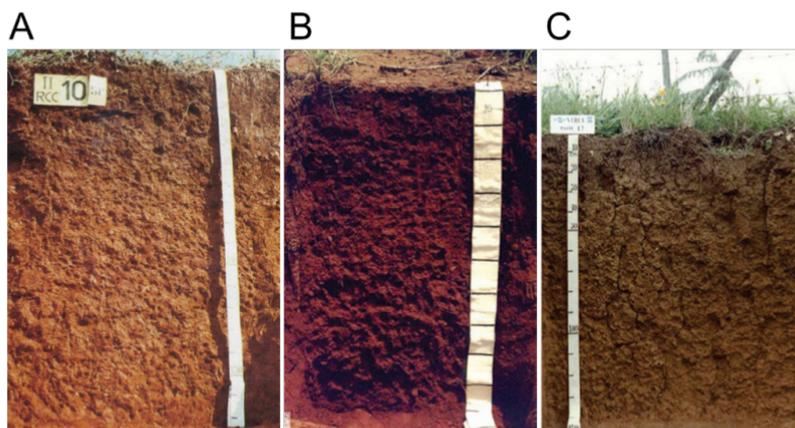
Tabela 3.9 | Distribuição dos Nitossolos no Brasil

Classe	Área ( Km <sup>2</sup> )
Nitossolos Háplicos	18.355
Nitossolos Vermelhos	78.348
Total	96.703,143
% do território brasileiro	1,14

\*No levantamento não foi apresentado o Nitossolo Bruno, por não ser representativo na escala utilizada.

Fonte: adaptada de Santos *et al.* (2011).

Figura 3.12 | (A) Nitossolo Háplico, (B) Nitossolo Vermelho e (C) Nitossolo Bruno



Fonte: A) Santos *et al.* (2018, p. 560); B) e C) IBGE (2015, p. 308).

Os Plintossolos apresentam como principal característica a segregação do ferro, que atua como agente cimentante, sendo capaz de se consolidar de maneira irreversível a partir dos processos naturais de umedecimento e secagem, bem como fertilidade baixa.

São solos profundos que apresentam restrição à percolação de água, sendo imperfeitamente ou moderadamente drenados (SANTOS; FIDALGO; ÁGLIO, 2018). O nome lhe parece familiar? Será que teria alguma relação com a plintita? A resposta é sim! Além de apresentarem um horizonte com mosqueados vermelhos e amarelos, estão sujeitos a endurecem, conforme já mencionado, formando nódulos duros, denominados plintita.

Estes solos ocorrem quase que exclusivamente na região Norte e Nordeste, em grande parte dos estados do Amazonas, Maranhão e Tocantins, e podem ainda ser encontrados no Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul, porém, em menor área, perfazendo, ao todo 7% do Brasil (Tabela 3.10). São classificados como Plintossolos Háplicos, Plintossolos Pétricos e Plintossolos Argilúvicos (SANTOS *et al.*, 2011) (Figura 3.13A-C).

Tabela 3.10 | Distribuição dos Plintossolos no Brasil

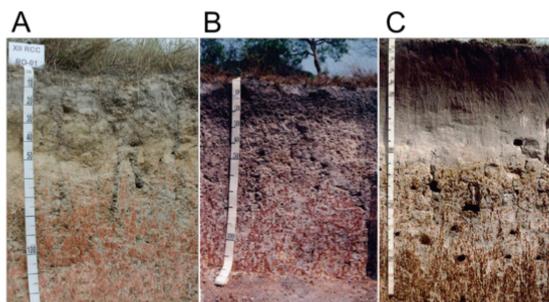
Classe	Área ( Km <sup>2</sup> )
Plintossolos Háplicos	438.798
Plintossolos Pétricos	157.275
Total	595.072,824
% do território brasileiro	7,00

\*No levantamento não foi apresentado o Plintossolo Argilúvico, por não ser representativo na escala utilizada.

Fonte: adaptada de Santos *et al.* (2011).

Por ser um solo influenciado pelo regime de água e oscilação do lençol freático, destacam-se na região do Pantanal Brasileiro (maior planície continental inundável do mundo), sendo comuns na parte norte, em algumas regiões do Complexo do Pantanal, como Pantanal de Poconé, Pantanal de Paiaguás, Pantanal de Cáceres, dentre outros.

Figura 3.13 | (A) Plintossolos Háplicos, (B) Plintossolos Pétricos e (C) Plintossolos Argilúvicos



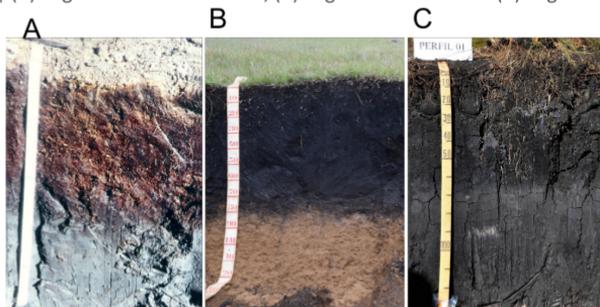
Fonte: A) Santos *et al.* (2018, p. 574); B) e C) IBGE (2015, p. 313 e 314).

Os Organossolos têm maior representatividade em áreas de várzea e depressões. Apresentam como principal característica a pouca evolução de seus horizontes, sendo o superficial rico em matéria orgânica. Sua espessura varia entre 20 a 80 cm e, como o próprio nome sugere, há uma elevada concentração de matéria orgânica, geralmente superior a 20%, com coloração preta ou cinza muito escura. Devido à decomposição dos nutrientes, há uma elevada acidez, o que impede o crescimento de algumas espécies vegetais (SANTOS *et al.*, 2018). Além disso, estes solos apresentam uma grande capacidade de absorção de precipitação, com pouca susceptibilidade à compactação, estando associado a locais de relevo plano e margens de rios.

Segundo Santos, Fidalgo e Áglio (2018), apresentam baixa saturação por bases, altos teores de alumínio trocável, bem como problemas associados ao uso agrícola, como o risco de subsidência (rebaixamento da superfície) e diminuição gradativa no teor de matéria orgânica, condicionando a limitações ao seu uso.

São encontrados Organossolos Tiomórficos, Fólicos e Háplicos (Figura 3.14A-C), sendo esse último com distribuição espacial em 0,03% do Brasil, totalizando 2.238 Km<sup>2</sup> (SANTOS *et al.*, 2011).

Figura 3.14 | (A) Organossolos Tiomorfoicos, (B) Organossolos Fólico e (C) Organossolo Háplico



Fonte: IBGE (2005, p. 562, 564 e 565).

Por fim, vamos conhecer a ordem de solo ainda não citada: os Espodosolos (Figura 3.15).

São solos minerais, com horizonte B espódico, apresentando predominantemente textura arenosa no perfil (podem ocorrer texturas médias e em raros casos, argilosa), condicionando à elevada permeabilidade, além de possibilitar condições de alta decomposição de matéria orgânica. Em geral, são ácidos e com baixa disponibilidade de nutrientes, mas ainda sendo utilizados no Nordeste para o cultivo da cana-de-açúcar, obtendo-se níveis produtivos entre baixo e médio (SILVA; CHAVES; LIMA; 2009).

São encontrados classificados como Espodosolos Ferrihumilúvicos (Figura 3.15B) principalmente no Mato Grosso do Sul, Amazonas e Roraima e em uma faixa no litoral do nordeste brasileiro, desde Bahia até Alagoas e Paraíba, perfazendo 2,01% do território brasileiro (SANTOS *et al.*, 2011).

Figura 3.15 | (A) Espodosolo Humilúvico, (B) Espodosolo Ferrihumilúvico e (C) Espodosolo Ferrilúvico



Fonte: Santos *et al.* (2018, p. 522 e 524) e IBGE (2015, p. 291).



### Refleta

Observando as descrições dos solos bem como suas distribuições geográficas, você consegue encontrar alguma relação do clima com as classes de solos encontradas no território nacional?

Chegamos ao fim de mais uma unidade! Encerramos assim os estudos relacionados às diferentes ordens dos solos brasileiros; porém, não deixe de explorar e aprofundar seus conhecimentos sobre a classificação do solo.

Olá, aluno! Agora que você completou os conhecimentos sobre as classes definidas pelo SiBCS para os diferentes tipos de solo encontrados no Brasil, vamos utilizá-los para auxiliar o agricultor em sua nova propriedade?

Lembre-se de que, nessa última atividade com os agricultores da cooperativa, você realizou uma visita com eles em uma propriedade recém-adquirida, utilizada outrora para pastagem, para a qual planejava-se o cultivo da soja (*Glycine Max L.*). Ao relatar para o agricultor que o uso do local poderia não ser adequada para a finalidade desejada, surgem os seguintes questionamentos: por que o cultivo da soja pode não ser adequado para o local a priori? Quais as técnicas que poderiam auxiliar na utilização da área? Qual seria a melhor opção de uso para esse tipo de solo?

Saliente ao produtor que, dadas as características analisadas, o solo pode ser classificado como um Planossolo Háplico. Dessa forma, naturalmente já apresenta restrições à penetração das raízes pelo adensamento ocasionado pela presença de argila (condição decorrente da formação do solo – pedogênese), fato agravado pelo uso do local para pastagem, levando à compactação do solo (condição de uso antrópico), tornando-se restritivo à culturas de sequeiro.

Esse solo é visado para uso agrícola devido ao ambiente de ocorrência, geralmente em áreas planas; porém as condições físicas influenciam o desenvolvimento das culturas, bem como no manejo mecanizado no local.

Visando à utilização do local para o cultivo da soja, explique ao agricultor que será necessário realizar o valetamento para escoamento da água e a descompactação da camada compactada do solo, permitindo a fixação das raízes. Ainda, por se tratar de Planossolos, deve-se atentar à correção da acidez e/ou níveis de alumínio, para que as espécies consigam obter pleno desenvolvimento.

Por fim, explique que solos com essas condições são adequados para áreas de pastagem ou cultivo de arroz irrigado, sendo que a limitação para o cultivo da soja é condicionada às condições físicas do local que são restritivas, além de apresentar adensamento, que naturalmente apresenta restrição para penetração das raízes vegetais e que ainda poderia ser agravado com a utilização de maquinário, acarretando compactação do solo.

Chegamos ao fim de mais uma situação-problema. Espero que tenha conseguido aplicar os conhecimentos adquiridos e que esses possam auxiliar você profissionalmente.

## Solos em áreas de maior declividade

### Descrição da situação-problema

Você, engenheiro agrônomo, foi contratado por uma indústria sucroalcooleira para a prospecção de novas áreas para o plantio de cana-de-açúcar no estado do Paraná, onde ela está localizada.

Dessa forma, foram lhe fornecidos alguns dados, bem como a análise química por um dos possíveis clientes, o qual é dono de uma propriedade rural passível de arrendamento da usina. Você observou que o local apresentava solo mineral homogêneo, sendo possível notar, ao verificar um talude, que não ocorria diferenciação de cor nas profundidades e ainda que, devido à falta de cobertura vegetal, iniciavam-se processos erosivos. Ainda, a estrutura do solo é prismática, além de cerosidade. Consultando a análise química, foi possível observar que o local apresenta baixa fertilidade e alta concentração de argila ( $400 \text{ g kg}^{-1}$ ). Na região do talude, bem como em áreas próximas, que apresentam maior declividade, notam-se erosões no solo, porém o grau de declividade permite o uso de maquinário.

Por fim, você consegue identificar o solo e retorna à usina com o parecer favorável ao arrendamento do local, porém apenas nas áreas planas. Nesse momento, o proprietário lhe pergunta: quais os aspectos que contribuíram para a adequação da propriedade? Por que as áreas onduladas não foram incluídas, mesmo que com declividade passível de utilização de maquinário? Por que, apesar de apresentar baixa fertilidade, o local se mostra adequado para o cultivo da cana-de-açúcar?

### Resolução da situação-problema

Explique que, analisando todos os aspectos relacionados (cerosidade e concentração de argila, dentre outros) consorciadamente com a análise química do solo, foi possível verificar que se trata de um Nitossolo Vermelho e, dessa forma, é possível inferir seu uso. Informe que solos com essa condição apresentam argila de baixa atividade, elevados teores de ferro, além de profundidade e drenagem adequada para o cultivo da cana-de-açúcar.

Relate que as áreas onduladas não foram incluídas pois, mesmo que passíveis de utilização de maquinário, nesse tipo de solo estão sujeitas a processos erosivos, os quais estão diretamente relacionados à classe de solo associada à declividade. Mostre que já existem indícios de processos erosivos no local, conforme observado em campo.

Por fim, ressalte que apesar da baixa fertilidade do local, condicionada pela condição distrófica do local, as condições físicas adequadas são o principal aspecto levado em consideração, pois a fertilidade ou acidez pode ser ajustada com adubação química (adubos, gesso e calcário), sendo que o mesmo não ocorre em relação às condições estruturais do solo. Explique ainda que para obter altos níveis de produtividade, recuperar a fertilidade dos solos é fundamental, caso o local não apresente as condições adequadas.

## Faça valer a pena

**1.** Os solos brasileiros são formados a partir do intemperismo das rochas e degradação de material orgânico, propiciando diferentes características químicas, físicas e biológicas. Dependendo do local em que este se encontra, bem como das especificidades dos horizontes, receberão uma nomenclatura diferente. Analise as afirmações a seguir:

- I. Os \_\_\_\_\_ são encontrados em locais com proximidade do lençol freático, fazendo com que haja uma alta saturação por bases e, devido à oxidação do ferro, ocorrem manchas mosqueadas no horizonte diagnóstico.
- II. Solos que apresentem alta concentração de argila no horizonte diagnóstico, bem como a capacidade de expansão quando úmidos e contração quando secos são conhecidos como \_\_\_\_\_.
- III. Conhecidos anteriormente como terra roxa, os \_\_\_\_\_ apresentam boa fertilidade natural quando comparados com os demais solos brasileiros, com a presença de ferro, o que lhe confere a coloração avermelhada. São caracterizados também por apresentar o horizonte diagnóstico conhecido como B nítico.
- IV. Os \_\_\_\_\_ apresentam naturalmente uma deficiência de drenagem. Além disso, ocorre uma baixa fertilidade natural e o favorecimento a processos erosivos, principalmente quando o horizonte superficial apresenta uma alta concentração de areia.

Com base no apresentado, assinale a alternativa verdadeira:

- a) Organossolos, Vertissolos, Neossolos, Planossolos.
- b) Gleissolos, Vertissolos, Nitossolos, Planossolos.
- c) Organossolos, Planossolos, Neossolos, Organossolos.
- d) Planossolos, Organossolos, Neossolos, Vertissolos.
- e) Planossolos, Vertissolos, Nitossolos, Gleissolos.

**2.** Os Nitossolos são conhecidos por sua boa fertilidade natural em relação aos demais solos brasileiros, o que lhes confere uma aptidão para o cultivo de praticamente todas as culturas agrícolas. Além disso, quando associado a relevos planos ou suavemente ondulados, são ideais para o uso de maquinários. Diante destas especificidades, os locais que contemplam esta classe de solo são onde há um maior valor atribuído ao hectare, demonstrando, assim, a importância da identificação correta do solo para a agronomia.

Para a identificação dos Nitossolos algumas características se destacam. Dentre as listadas a seguir, assinale a que ocorre nesta classe de solo:

- a) Baixa saturação por bases, com caráter eutrófico.
- b) Horizonte B diagnóstico classificado como Nitossolo.
- c) Coloração avermelhada devido à ausência de ferro.
- d) Horizonte diagnóstico reluzente devido à cerosidade.
- e) São profundos, porosos e mal drenados.

**3.** Sobre as classes de solo estudadas nesta seção, é possível afirmar:

- I. Os gleissolos são encontrados em fundos de vales, apresentando frequentemente proximidade com o lençol freático e mosqueados no horizonte diagnóstico devido ao processo de oxidação de ferro.
- II. Os nitossolos apresentam uma baixa saturação por bases, o que lhe confere o caráter eutrófico. Além disso, são encontrados em relevos ondulados a fortemente ondulados. Quando ocorre o último cenário, há a possibilidade de deslizamentos e processos erosivos.
- III. Os plintossolos têm horizonte diagnóstico conhecido como B plíntico, advindo da segregação localizada de ferro, que atua como agente cimentante, podendo se consolidar a partir de processos de umedecimento e secagem.
- IV. Os chernossolos assemelham-se aos neossolos pelo pouco desenvolvimento do horizonte diagnóstico, bem como pela presença do horizonte B chernozêmico, apresentando alta fertilidade natural.

A partir das afirmações apresentadas, assinale a alternativa que corresponda às corretas.

- a) Estão corretas as assertivas I e III, apenas.
- b) Estão corretas as assertivas II e IV, apenas.
- c) Está correta a assertiva I, apenas.
- d) Estão corretas as assertivas I e III, apenas.
- e) Estão corretas as assertivas II e III, apenas.

## Referências

---

ALMEIDA, E. P. C.; SANTOS, H. G.; ZARONI, M. J. **Latossolos Vermelhos**. Embrapa Solos. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONT000fzyjaywi02wx5ok0q43a0r9rz3uhk.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000fzyjaywi02wx5ok0q43a0r9rz3uhk.html). Acesso em: 25 nov. 2018.

AMORIM, R. R.; MOREAU, A. M. S. S.; MOREAU, M. S.; FONTES, E. O.; COSTA, L. M. Estratificação de ambientes como ferramenta no estudo das unidades de paisagem: o cenário do município de Ilhéus-Bahia. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 11, n. 35 p. 140 – 157, 2010.

BATISTA, M. de A.; DE PAIVA, D. W.; MARCOLINO, A (Org). **Solos para todos: perguntas e respostas**. Documentos (INFOTECA-E). Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1009020/solos-para-todos-perguntas-e-respostas>. Acesso em: 17 nov. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Critério para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento**: normas em uso pelo SNLCS. Rio de Janeiro, 1988. 67 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico de Pedologia**. 3. ed. Manuais Técnicos em Geociências, n. 4. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95017.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2019.

JACOMINE, P. K. T. A nova Classificação Brasileira de Solos. *In: Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica*, Recife, vol. 5 e 6, p.161-179, 2009.

MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E.; PERES, J. R. R. (ed.). **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 174 p.

MARASCA, I.; GONÇALVES, F. C.; MORAES, M. H.; BALLARIN, A. W.; GUERRA, S. P. S.; LANÇAS, K. P. Propriedades físicas de um Nitossolo Vermelho em função dos sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n. 11, p. 1160-1166, 2013.

MARCONDES, R. L. O café em Ribeirão Preto (1890-1940). **História econômica & história de empresas**, v. 10, n. 1, p. 171-192, 2007.

MONIZ, A. C. **Elementos de pedologia**. Rio de Janeiro. Editora Polígono, 1975.

- PES, L. Z.; ARENHARDT, M. H. **Solos**. Santa Maria: UFSM, Colégio Politécnico – Rede Etec Brasil, 2015.
- POTTER, R. O. *et al.* **Solos do Estado de Santa Catarina**. Embrapa Solos-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2004. 754 p.
- PRADO, H. **Atalho Pedológico para classificar solos no campo**. 1. ed. Piracicaba: [s.n.], 2013. 62 p.
- SANTOS, H. G. *et al.* **O novo mapa de solos do Brasil**: legenda atualizada. Embrapa Solos-Documents (INFOTECA-E), 2011. 67 p.
- SANTOS, H. G.; FIDALGO, E. C. C.; ÁGLIO, M. L. D. **Solo**. Ageitec – Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2018. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fesi63xh02wx5eo0y53mhyx67oxh3.html>. Acesso em: 9 dez. 2018.
- SANTOS, H. G.; COELHO, M. R.; ANJOS, L. H. C.; JACOMINE, P. K. T.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; OLIVEIRA, J. B. de; CARVALHO, A. P. C.; FASOLO, P. J. **Propostas de revisão e atualização do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Embrapa Solos. Documentos; n. 53. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 56 p.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T. ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V.Á.; LUMBRERAS, J.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. E-book: il. color. E-book, no formato ePub. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094003/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>. Acesso em: 24 out. 2018.
- SANTOS, H. G.; ZARONI, M. J.; ALMEIDA, E. P. C. **Neossolos Regolíticos**. Ageitec – Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2018. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONT000gn230xhp02wx5ok0liq1mq4c4en9.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn230xhp02wx5ok0liq1mq4c4en9.html). Acesso em: 5 dez. 2018.
- SANTOS, O. F.; SOUZA, H. M.; OLIVEIRA, M. P.; CALDAS, M. B.; ROQUE, C. G. Propriedades químicas de um Latossolo sob diferentes sistemas de Manejo. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, n. 1, p. 36–42, jan./mar. 2017. Disponível em: <http://periodicoonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/1185/1249>. Acesso em: 23 nov. 2018.
- SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G., KER, J. C. & ANJOS, L. H. C. **Manual de Descrição e Coleta de Solos no Campo**. SBCS. 5. ed. Viçosa, 2005. 92 p.
- SILVA, F. M.; CHAVES, M. S.; LIMA, Z. M. C. **Classificação e tipos de solos do Brasil e do estado do Rio Grande do Norte**. Geografia Física II. Natal, RN: EDUFRRN, 2009.

SOUSA, A. R.; ALBUQUERQUE, S. F.; LOPES, G. M. B.; SILVA, A. B.; NUNES FILHO, J. Caracterização e interpretação de um planossolo háplico eutrófico do agreste pernambucano, Brasil. *In: Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica*, Recife, v. 10, p. 271-279, 2013.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. **Terra Roxa Estruturada / Nitossolo Vermelho**. Ageitec – Agencia Embrapa de Informação Tecnológica. 2018. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01\\_98\\_10112005101957.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_98_10112005101957.html). Acesso em: 16 dez. 2018.

# Unidade 4

---

## Aspectos e chave de classificação dos solos

### Convite ao estudo

Olá, estudante, bem-vindo!

Nesta unidade iremos compreender os diversos aspectos referentes aos solos brasileiros, incluindo parâmetros físicos e químicos, e como tais atributos influenciam no uso da chave de classificação. Além do mais, você irá aprender a utilizar a metodologia dos horizontes diagnósticos do solo, compreendendo também a sua aplicabilidade em mapeamentos.

Assim, ao estudar os conteúdos abordados nesta unidade, você irá conhecer e utilizar a metodologia dos horizontes diagnósticos do solo, bem como sua aplicabilidade em mapeamentos. Além do mais, aprenderá como identificar e utilizar os horizontes diagnósticos dos solos no contexto agrônômico.

Portanto, para colocarmos em prática esse aprendizado, vamos analisar a situação a seguir: você é engenheiro agrônomo e possui uma empresa de consultoria em que o seu trabalho consiste em atender produtores rurais, além de ser responsável pela laboração e manutenção de projetos.

Você irá fazer um planejamento agrícola voltado para as propriedades de um produtor rural, localizadas no estado de São Paulo. Desse modo, ao longo do projeto você irá avaliar três diferentes propriedades agrícolas que possuem particularidades diferentes.

Durante as primeiras reuniões de alinhamento e levantamento de dados, você verificou que o produtor não tinha um adequado histórico de levantamento e análise de solos de suas terras, o que implica diretamente na perda de produtividade agrícola das grandes culturas implantadas, devido, principalmente, ao uso intenso da terra sem manejo adequado.

Desse modo, após o levantamento de dados você verificou que deverá atender três principais demandas do proprietário rural, visto que cada área possui uma demanda específica, como: i) necessidade da caracterização do solo; ii) mapeamento do solo; e iii) classificação do solo para tomada de decisão do manejo.

No entanto, como realizar o levantamento de solos? Quais são os métodos usados para identificação de solos tropicais? Como fazer o mapeamento dos solos? Quais são os critérios utilizados para uso da chave de classificação?

Para ficarmos habilitados nesse assunto, ao longo da unidade vamos nos atentar aos seguintes conteúdos que serão explanados em três seções: 1) Aspectos dos solos brasileiros, aprendendo sobre suas propriedades e metodologias de levantamento; 2) Estudo do mapeamento dos solos, bem como a compreensão acerca da padronização das cores das classes em mapas; e 3) Parâmetros que são utilizados para o uso da chave de classificação de solos, aplicando o uso da chave e a simbologia no contexto agrônomo.

Faça uma boa leitura e bom estudo!

## Aspectos dos solos brasileiros

### Diálogo aberto

Olá, estudante! Nessa seção iremos introduzir os aspectos que são importantes para o estudo dos solos brasileiros!

Os solos tropicais são bastante heterogêneos devido às condições ambientais de sua origem, sendo tais influenciados pelo clima, relevo, material de origem e cobertura vegetal. Desse modo, apresentam características específicas das quais lhe conferem potencial produtivo, podendo apresentar também limitações para o seu uso e manejo agropecuário e florestal (ALMEIDA; ZARONI, SANTOS, [s.d.]).

Assim, levando em conta as diversas particularidades dos solos tropicais, vamos retornar à situação apresentada no início da unidade.

Você é engenheiro agrônomo e possui uma empresa de consultoria que presta assistência técnica aos produtores rurais, além de ser responsável pela laboração e manutenção de planejamentos agrícolas.

A assistência técnica é muito importante para atender as demandas dos produtores rurais, e, nesse caso específico, embora as três áreas estejam localizadas no estado de São, cada uma possui culturas e solos com diferentes características, o que implica na necessidade de implantação de diferentes técnicas de manejo.

Desse modo, você foi avaliar a primeira propriedade, que detinha como foco a produção de frutíferas, principalmente espécies cítricas, e, na ocasião, o agricultor relatou que estava seguindo às recomendações de adubação, no entanto, estas não estavam garantindo boa produtividade do pomar.

Assim, você verificou que poderia ser algum problema no solo, visto que a área possuía um sistema de irrigação adequado e as plantas não apresentavam sinal de ataques de pragas ou doenças. Desse modo, você começou a fazer o diagnóstico das condições do solo por meio das informações disponíveis e conseguiu identificar que se tratava de um Latossolo (solos de regiões tropicais são antigos e altamente intemperizado). Por meio das análises laboratoriais, foi possível constatar que o mesmo apresentava sinais de compactação e baixos teores de matéria orgânica.

Conforme a situação apresentada, qual a relação da matéria orgânica com as características do Latossolo, que por sua vez são solos de regiões tropicais?

Quais são as características dos solos tropicais que o agricultor de citros deve se atentar? Como o manejo da matéria orgânica influencia na produtividade das plantas? Como a compactação do solo pode afetar o processo de adubação? Quais medidas podem ser realizadas para se evitar a compactação do solo?

Diante do quadro apresentado, na primeira parte desta unidade serão abordados os seguintes conteúdos: funções ambientais dos solos; propriedades dos solos tropicais; tipos de levantamento de solos; e métodos de caracterização do horizonte A e B em campo.

Leia com atenção e bom estudo!

### Não pode faltar

Olá, aluno, a partir de agora vamos nos aprofundar nos estudos relacionados aos levantamentos de solos! Para utilizar o solo de maneira adequada é necessário conhecer suas características gerais e sua influência no crescimento das plantas! Desse modo, vamos conhecer um pouco mais sobre as funções ambientais e propriedades dos solos tropicais?

Os solos são formados de água, ar, material mineral e orgânico, além de organismos vivos. Sua constituição pode variar muito na superfície em relação à sua espessura, características, fertilidade, porosidade, entre outras (COELHO *et al.*, 2013).

O solo pode apresentar diferentes funções no ambiente (Figura 4.1), sendo que as principais variam conforme Coelho *et al.* (2013) destacam:

- sustentar o crescimento das plantas, fornecendo suporte mecânico;
- influenciar na distribuição, manutenção e qualidade da água dos reservatórios naturais;
- fornecer materiais (madeiras e tijolos) para construção de casas e edifícios, sendo base para estradas, aeroportos, estabelecimentos, entre outros.

Já Freitas *et al.* (2012) elencam que as funções mais importantes são:

- a capacidade de receber, armazenar e suprir a água;
- auxiliar no desenvolvimento das raízes;
- armazenar, suprir e reciclar os nutrientes.

Figura 4.1 | Funções do solo



Imagem: Food and Agriculture Organization of the United

Fonte: adaptada de <https://goo.gl/t2WbSw>. Acesso em: 15 dez. 2018.

Observe que os autores supracitados apresentam visões complementares das funções do solo no ambiente, porém, ainda assim, com diferentes prioridades. Desta forma, para darmos prosseguimento, iremos abordar com detalhes as funções citadas na visão de Sampaio (2004), onde o solo possui três principais funções ambientais mais abrangentes, sendo: **reserva da biodiversidade, regulador ambiental e meio de suporte para a produção de biomassa.**

No que se refere à **reserva de biodiversidade**, o solo apresenta um banco de sementes, além de atuar como meio de crescimento e habitat de diversos organismos, macro e microscópicos, incluindo espécies desconhecidas. É possível, então, caracterizá-lo como um enorme banco genético.

No quesito **regulador ambiental**, possui três funções definidas: filtro, acumulador e transformador, uma vez que pode ocasionar a transformação de certos compostos que estão presentes.

A sua função de filtro consiste na separação mecânica entre compostos sólidos e líquidos. Já a função de acumulador e amortecedor se refere à adsorção e precipitação de compostos poluentes (como os metais pesados), além de purificar a água que é filtrada por processos físico-químicos. Por fim, a função de transformador consiste no processo que ocasiona a alteração, decomposição e reciclagem, por meio da ação microbológica e bioquímica, ocasionada em compostos orgânicos tóxicos, como os pesticidas, acarretando em sua degradação ou imobilização no solo (SAMPAIO, 2004). Percebe que o solo faz parte dos ciclos químicos/biológicos de substâncias presentes no ar, bem como no ciclo de vida de diversos organismos?



### Assimile

No ciclo do nitrogênio, por exemplo, o composto circula em suas diferentes formas resultantes dos processos de fixação, amonificação, nitrificação e desnitrificação, ocasionados pela ação de organismos vivos. Em suma, esse processo de circulação do nitrogênio por meio das plantas e do solo é denominado ciclo do nitrogênio.

O solo também exerce a função de **meio de suporte para a produção de biomassa**, apresentando-se como um substrato físico para o sistema radicular das plantas e, ao mesmo tempo, como um substrato nutritivo que possibilita a utilização da água, bem como de outras substâncias que são necessárias para o crescimento das plantas (SAMPAIO, 2004).

Portanto, no contexto agrícola funciona como fixador e fonte de onde as raízes retiram água e nutrientes. O solo exerce função de manter os caules fixos e, em caso de caules rastejantes, serve como nível de base para o crescimento dos mesmos. Em se tratando de fatores ecológicos, podemos citar o exemplo dos nutrientes, os quais desempenham importante papel no que se refere ao crescimento e frutificação dos vegetais e, como consequência, contribuem com a sobrevivência da vida terrestre (LEPSCH, 2010).

No que se refere aos solos que ocorrem em regiões de clima tropical (regiões de alta temperatura e precipitação), este é constituído por uma bioestrutura grumosa, apresentando benefícios em relação à expansão radicular.

Este tipo de bioestrutura é caracterizada pela maior porcentagem de poros entre os agregados, o que por sua vez gera alguns benefícios, como maior circulação do ar e infiltração da água, permitindo que as raízes explorem um maior volume de solo. A mesma é formada a partir dos agregados floculados devido à presença de óxidos de Fe e Al, por meio da atividade biológica. Desse modo, para ocorrer a ação anteriormente citada, necessita-se

de matéria orgânica (MO). No entanto, a MO em clima tropical úmido sofre rápida decomposição, necessitando, portanto, de reposição periódica (PRIMAVESI, 2002).



### Assimile

Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima tropical é do tipo Megatérmico, temperatura média do mês mais frio do ano acima de 18 °C, estação invernososa ausente, além de apresentar forte precipitação. Já o clima tropical úmido, além das condições já mencionadas, apresenta precipitação em todos os meses do ano, sem estação seca definida.

Solos em regiões de clima tropical geralmente apresentam baixo teor de nutrientes, caracterizando um solo pobre. No entanto, essa característica não se apresenta como uma desvantagem desde que a bioestrutura do solo seja adequada. Geralmente apresenta altos teores de alumínio, onde a barreira química ocasionada pelo mesmo pode impedir o desenvolvimento radicular em profundidade. Um exemplo é a ocorrência em Latossolos Amarelos em regiões litorâneas do Brasil ou nos baixos platôs da região Amazônica relacionada à formação Alter-do-Chão (SOUSA; LOBATO, 2018; SANTOS *et al.*, 2018).

O nível de toxidez do alumínio vai depender do equilíbrio de demais nutrientes que são essenciais às plantas, como o cálcio, magnésio e potássio, dependendo também da espécie vegetal (PRIMAVESI, 2002). Deste modo, influencia diretamente a produtividade das culturas agrícolas nas diversas regiões do país, ocorrendo predominantemente em Latossolos ácidos que apresentam baixa capacidade de troca de cátions, alta saturação de alumínio e baixa disponibilidade de fósforo (MIGUEL *et al.*, 2010).



### Refleta

Outro fator importante que vale ressaltar é que, quando em estado adensado (condição natural) ou compactado (condição antrópica), a capacidade de produção do solo tropical é muito reduzida, o que provoca pouca reação a adubação. Neste contexto, quais são as condições necessárias para manutenção da produção desses solos?

Solos que não apresentam estrutura e porosidade adequada ocasionam limitação na disponibilidade de nutrientes, mesmo quando adubados, uma vez que as raízes não conseguem penetrar para absorverem os nutrientes e proporcionarem o desenvolvimento das plantas. Portanto, a compactação pode gerar diversos impactos negativos para o solo, como: diminuição

da aeração e espaço poroso do sistema radicular, redução da absorção de nutrientes pelas plantas, redução do volume de solo no qual as raízes podem penetrar, entre outros.

Mas existem fatores que podem auxiliar na manutenção estrutural do solo. Dentre eles, a reposição da matéria orgânica é um importante fator para manutenção da produtividade dos solos tropicais, visto que funciona como um condicionador biofísico, auxiliando na recuperação da porosidade do solo, além de diminuir a densidade do mesmo. Dessa forma, reposições frequentes de matéria orgânica têm a capacidade de manter ou aumentar a fertilidade do solo, uma vez que condicionam melhorias nas condições físicas, químicas e biológicas (RONQUIM, 2010).

De forma geral, vale ressaltar que os solos sob condições tropicais necessitam de manejos específicos quando comparados com solos sob condições temperadas, por exemplo. Em condições de uso agrícola prolongado, com a utilização intensa de maquinário agrícola e implantação de culturas, frequentemente a matéria orgânica fica passível de degradação, e, como consequência, a bioestrutura do solo é perdida e este, por sua vez, perde seu potencial produtivo (RONQUIM, 2010).

Sendo assim, solos sob condições tropicais devem ter sua bioestrutura preservada em virtude de apresentarem mais agregados, sendo mais granulados e profundos que solos temperados. Logo, recomenda-se a adoção de sistemas conservacionistas (como o plantio direto) para reverter a degradação dos solos ácidos tropicais (RONQUIM, 2010). A técnica de plantio direto contribui com a manutenção da matéria orgânica, sendo os plantios feitos sob a palhada e, além disso, é uma técnica que protege o solo contra irradiação solar e os processos erosivos ocasionados pelo impacto das chuvas.

Já ouviu falar sobre sistemas agroflorestais? Trata-se de outro exemplo de manejo sustentável para conservação do solo, onde a diversificação do sistema de produção possibilita o uso da área de forma equilibrada. Outro ponto positivo é que nessas condições o solo fica sempre vegetado, ficando protegido do processo de erosão, por exemplo.



### **Pesquise mais**

Os solos tropicais são altamente ácidos, desse modo a calagem é um procedimento praticamente obrigatório no manejo agrícola. O processo de calagem altera as propriedades eletroquímicas e físicas do solo, podendo agregar ou desagregar a estrutura do mesmo. O artigo indicado abaixo, ressalta a importância do processo de calagem, bem como sua influência em processos de manejo do solo.

Agora que você já tem uma visão geral acerca das propriedades e funções dos solos tropicais, vamos dar continuidade nos nossos estudos, compreendendo os tipos de levantamento de solo?

Anterior ao início do planejamento de uma área para produção agrícola, é importante realizar o diagnóstico do solo visando conhecer suas características e inferir o melhor uso do mesmo. Isso é realizado por meio do levantamento das informações disponíveis ou pela realização de análises em laboratórios, bem como pela interpretação de mapas temáticos. Para tanto, é importante compreender que o levantamento de solos diz respeito a “obter informações sobre os solos”, sendo desde informações de campo, analíticas, até mapa de solos (DEMATTÊ, 2017, p. 2). Por meio de mapas temáticos e pedológicos, é possível levantar informações do solo do local, uma vez que são produtos de levantamentos espaciais já realizados no local, essenciais para diagnóstico e levantamento de dados da propriedade em questão.

Por meio de levantamentos pedológicos (mapas pedológicos), é possível subdividir áreas heterogêneas em parcelas mais homogêneas e, por consequência, estas passam a representar menor variabilidade (IBGE, 2015).

Mas quais são as etapas de um levantamento para utilização agrícola do solo? Cabe destacar que envolverá, além de pesquisas de gabinete, trabalhos de campo e laboratório, a confecção de novos mapas temáticos e relatórios, registro de observações, análises e interpretações de aspectos do meio físico e características morfológicas, físicas, químicas, mineralógicas e biológicas, como aponta o Manual Técnico de Pedologia (IBGE, 2015), referência sobre o assunto no país.

Nesse contexto, há diferentes tipos de levantamentos de solos, bem como diferentes implicações. Isso ocorre visto que, para cada tipo de demanda, utiliza-se um tipo de levantamento específico, onde se considerará, além do objetivo do estudo, a relação custo e benefício da elaboração. Porém, o IBGE (2015) salienta que, alguns tipos de levantamentos em escalas pequenas (níveis generalizados) não atendem às demandas localizadas que exigem levantamentos detalhados específicos. Por exemplo, mapas pedológicos produzidos na escala 1:5.000.000 não poderão ser utilizados para mapear o plantio (espaçamento) em área agrícola.

O processo de levantamento de solos, em geral, é oneroso, proporcionalmente ao nível de detalhamento e exigências de refino cartográfico. No entanto, no Brasil, são convencionadas algumas categorias de levantamentos de solos,

considerando boas relações custo-benefício. Neste sentido, os tipos de levantamentos podem ser escolhidos conforme os objetivos a que se destinam, bem como as extensões das áreas que serão abrangidas (IBGE, 2015).



### Assimile

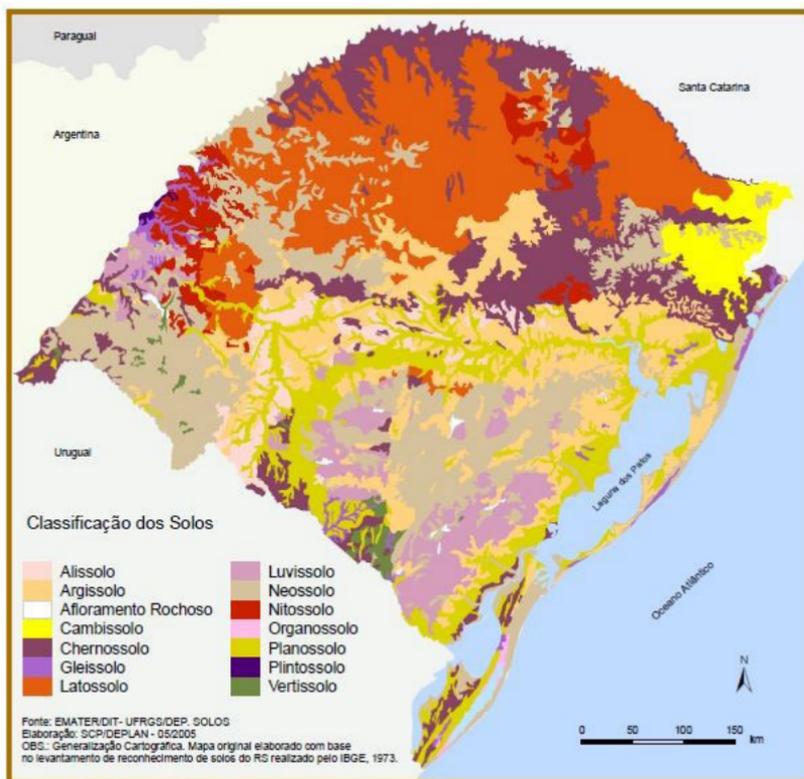
Os levantamentos pedológicos possuem objetivos diversificados, que vão desde a geração de conhecimentos sobre o recurso solo de uma região ou país ao planejamento de uso da terra para os mais diversos fins. Assim, os “levantamentos de solos são bases ideais para a previsão de uso dos solos, podendo evitar que áreas inaptas para a exploração agropecuária e outras atividades sejam desmatadas ou alteradas em suas condições naturais de equilíbrio” (DEMATTÊ, 2017, p. 2).

Deste modo, os principais tipos de levantamentos são: **exploratório, reconhecimento, semidetalhado, detalhado e ultradetalhado**. Entre outros tipos, podemos citar mapas esquemáticos ou genéricos, sendo estes baseados em compilação de dados.

Cada um destes tipos de levantamento, como dito, possui finalidades e se adéqua a determinada realidade. No caso do exploratório, é executado onde há necessidade de informações de natureza qualitativa do recurso solo para que sejam identificadas áreas de menor e maior potencial como prioritárias ao desenvolvimento regional. Deverá ser utilizado em área de grande extensão territorial, embora possa ser realizado em área menor (IBGE, 2015). As observações devem ter o mínimo de 0,04 por km<sup>2</sup> e “um perfil completo por componente principal de associações e amostras extras de horizontes A, B, ou C, se necessário” (IBGE, 2015, p. 354).

Quando o levantamento ocorre por reconhecimento (Figura 4.2), é executado para fins de avaliação qualitativa e semiquantitativa de solos, para que seja estimado o potencial de uso agrícola e não agrícola. Porém, pode ser dividido em baixa, média e alta intensidade. A primeira objetiva o fornecimento de dados para avaliação de recursos potenciais de solos, pois observa área de baixo e alto potencial. O levantamento pode ser executado em grandes áreas, já que é generalizado. São utilizados como bases cartográficas, mapas/cartas planialtimétricas, imagens de radar e satélite, além de cartas-imagens de sensores remotos orbitais. Neste caso, a área mínima mapeável varia de 2,5 km<sup>2</sup> a 22,5 km<sup>2</sup>, e as informações apresentam nível de confiabilidade de 50 a 70% na precisão.

Figura 4.2 | Mapa de reconhecimento dos solos do Rio Grande do Sul

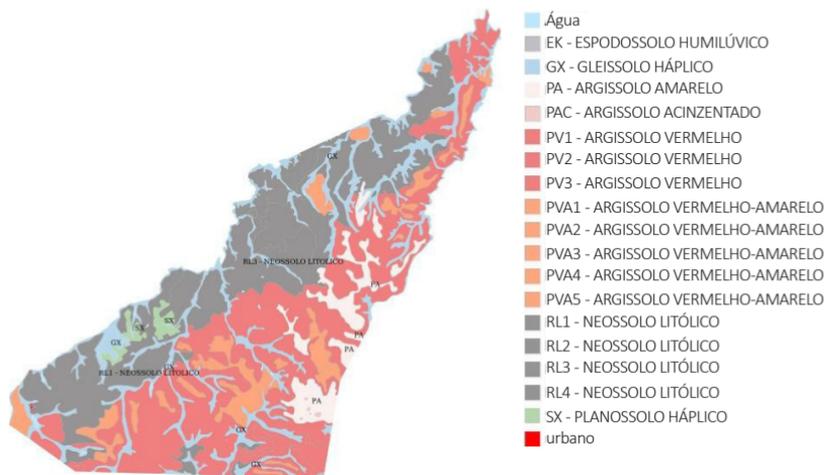


Fonte: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/solos>. Acesso em: 16 dez. 2018.

A segunda, média intensidade, é utilizada para fins de elaboração de projetos de uso e planejamento, sendo aqui incluídas as áreas de colonização, construção de rodovias e ferrovias, zoneamentos agroecológicos e, ainda, seleção de áreas para levantamentos mais detalhados. Porém, ainda assim continua tendo enfoque regional e é utilizada especialmente em municípios, bacias hidrográficas e fazendas, para que fomentem a tomada de decisões corretivas ou ainda preventivas com relação à preservação ambiental. São utilizadas as mesmas bases cartográficas da anterior, embora a área mapeável seja entre 40 ha e 2,5 km<sup>2</sup>, com grau de confiabilidade entre 70 e 80%. Já o levantamento de alta intensidade é utilizado na obtenção de informações em áreas prioritárias para o desenvolvimento de projetos agrícolas, pastoris e florestais, instalação de núcleo de colonização e localização de estações experimentais. A área mapeável é entre 10 e 40ha (IBGE, 2015).

Há, ainda, o levantamento **Semidetalhado, detalhado e ultradetalhado**. Levantamentos semidetalhados (Figura 4.3) são utilizados para obter informações básicas para “implantação de projetos de colonização, loteamentos rurais, estudos integrados de microbacias, planejamento local de uso e conservação de solos em áreas destinadas ao desenvolvimento de projetos agrícolas, pastoris e florestais”. O material topográfico contém mapas/cartas planialtimétricas, restituições aerofotográficas e levantamentos topográficos convencionais, curvas de nível e fotografias aéreas. Neste modo, a precisão das informações apresenta confiabilidade de 85 a 90% (IBGE, 2015).

Figura 4.3 | Mapa Semidetalhado do município de Tracunhaém- PE



Fonte: adaptada de <https://goo.gl/ssZs5X>. Acesso em: 16 dez. 2018.

O levantamento detalhado (4.4) visa levantar informações sobre áreas pequenas, de uso intensivo do solo, para fomentar decisões localizadas. Atende a projetos conservacionistas na fase executiva, promovendo caracterização e delineamento preciso dos solos, além de viabilizar práticas de uso e manejo para fins de exploração agrícola, pastoril e florestal intensiva, além de projetos de irrigação, drenagem e de engenharia civil. A área mínima mapeável é menor que 1,6 ha.

Por fim, o ultradetalhado deverá ser executado para áreas muito pequenas e no atendimento de problemas específicos, em parcelas experimentais ou áreas residenciais e industriais. Apresenta a mesma estrutura básica do levantamento detalhado, porém se diferenciam quanto ao método de prospecção, pela maior pormenorização cartográfica. A área mínima mapeável é menor que 0,1 ha.



ao ar ou em estufa de circulação forçada. Após a secagem, a amostra deve ser peneirada (em peneiras com furos de 2 mm de diâmetro) para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). Posteriormente é determinado o fator “f” de conversão dos resultados da TFSA (IBGE, 2015).

Sendo o fator  $f = a/b$ ; onde o “a” se refere ao peso da amostra seca ao ar e o “b” ao peso da amostra seca em estufa.

Além do mais, outras análises físicas podem ser levantadas, tais como: determinação do grau de flocculação; relação silte/argila; densidade do solo e densidade das partículas; porosidade e umidade.



### Exemplificando

O grau de flocculação é usado para distinguir latossolos e solos intermediários, sendo parâmetro indicativo de estágio de intemperismo, uma vez que solos com elevado grau de flocculação apresentam baixos teores de silte e argilas de baixa atividade. Dessa forma, o grau de flocculação é calculado conforme a expressão:  $1000 \times (\text{argila total} - \text{argila natural}) / \text{argila total}$ , sendo o resultado expresso em g/kg. Contudo, materiais com alto teor de MO, alto teor de CTC e que apresentam textura média tendem a apresentar muita argila dispersa e baixo grau de flocculação (IBGE, 2015).

Já em relação aos determinantes químicos são avaliados diversos parâmetros, tais como: pH, bases trocáveis, capacidade de troca de cátions, saturação de bases e alumínio, carbono orgânico, matéria orgânica, micronutrientes e nitrogênio total.

Dentre os determinantes químicos vamos nos aprofundar nos métodos de determinação de carbono orgânico e matéria orgânica. A quantidade de carbono é de grande interesse no manejo e na classificação do solo. Desse modo, o teor de carbono (C) indica a quantidade de MO acumulada no solo, além do mais, este se apresenta como critérios diagnósticos em solos orgânicos, bem como para definição de horizontes diagnósticos superficiais (IBGE, 2015).

Portanto, para determinação do teor de C é adicionada uma quantidade conhecida de dicromato de potássio ao solo, que deverá oxidar o C orgânico presente no solo em condições de meio ácido e alta temperatura, transformando-o em gás carbônico. Desse modo, o excesso de dicromato passa a ser medido segundo a quantidade de sulfato ferroso 0,5 M para sua titulação. Já a quantidade de matéria orgânica pode ser encontrada segundo a expressão:  $MO\% = C \times 1,724$  (IBGE, 2015).

Por fim, também são utilizados métodos de análise em relação às determinações mineralógicas, incluindo a mineralogia da fração argila e das frações areias, calhaus e cascalhos.



### Pesquise mais

Para se aprofundar nos métodos de análise de solos, consulte os seguintes materiais:

DONAGEMA, G. K. *et al.* **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.

CAMARGO, O. A. de *et al.* **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2009. 77 p. (Boletim técnico, 106).

Ao finalizar esta seção tivemos o primeiro contato em relação ao conhecimento de propriedades gerais dos solos tropicais, bem como aprendemos sobre os principais tipos e métodos de levantamento de solos. Já a partir da próxima seção começaremos a ver com mais detalhes as questões referentes ao mapeamento.

### Sem medo de errar

Olá, aluno! Até aqui vimos diversos conteúdos que são essenciais para o entendimento das características dos solos tropicais, portanto é importante que você demonstre que aprendeu os conteúdos abordados. Dessa maneira, vamos relembrar a situação apresentada:

Você foi avaliar a primeira propriedade que detinha como foco a produção de frutíferas, principalmente espécies cítricas, e, na ocasião, o agricultor relatou que estava seguindo as recomendações de adubação. No entanto, estas não estavam garantindo boa produtividade do pomar. Verificando que as condições agrícolas estavam adequadas, você consegue inferir que o fator limitante na produtividade era proveniente das condições do solo no local.

Conforme a situação apresentada, qual a relação da matéria orgânica com as características do Latossolo, que por sua vez são solos de regiões tropicais? Quais são as características dos solos tropicais a que o agricultor de citros deve se atentar? Como o manejo da matéria orgânica influencia na produtividade das plantas? Como a compactação do solo pode afetar o processo de adubação? Quais medidas podem ser realizadas para se evitar a compactação do solo?

Os solos que ocorrem em regiões de clima tropical (regiões de alta temperatura e precipitação), como o Latossolo Amarelo indicado na situação apresentada, são constituídos por uma bioestrutura grumosa, apresentando benefícios em relação à expansão radicular. Assim, esse tipo de bioestrutura é marcado pela maior porcentagem de poros entre os agregados, o que, por sua vez, gera alguns benefícios como maior circulação do ar e infiltração da água, permitindo assim que as raízes explorem um maior volume de solo. A bioestrutura é formada a partir dos agregados, floculados devido à presença de óxidos de Fe e Al, por meio da atividade biológica. Desse modo, para ocorrer a ação anteriormente citada, necessita-se de matéria orgânica (MO). No entanto, a MO em clima tropical úmido sofre rápida decomposição, necessitando, portanto, de reposição periódica.

De maneira geral, os solos tropicais possuem algumas características específicas a que o produtor de citros deve se atentar, tais como: é um solo pobre em minerais, no entanto essa característica não se apresenta como uma desvantagem desde que a bioestrutura do solo seja adequada. Outro ponto a que o produtor deverá se atentar se refere à toxidez do alumínio, visto que influencia diretamente a produtividade das culturas agrícolas nas diversas regiões do país, como é o caso dos Latossolos ácidos, que apresentam baixa capacidade de troca de cátions, apresentando alta saturação de alumínio, além de baixa disponibilidade de fósforo.

Em relação ao manejo da MO, para que as plantas expressem seu potencial produtivo, é importante que haja uma reposição periódica da mesma no solo, uma vez que tal influencia na manutenção da estrutura do solo, bem como na disponibilidade de nutrientes às plantas.

Por fim, você pode explicar ao produtor que a compactação do solo pode afetar diretamente o processo de adubação, pois quando em estado adensado ou compactado a capacidade de produção do solo tropical é muito reduzida, o que provoca pouca reação ao processo de adubação. No entanto, algumas medidas podem ser realizadas para manutenção da produção da propriedade agrícola, como: recomenda-se adoção de sistemas conservacionistas (como o plantio direto) para reverter a degradação dos solos ácidos tropicais. A técnica de plantio direto contribui com a manutenção da matéria orgânica, visto que os plantios são feitos sob a palhada, além disso tais condições protegem o solo contra irradiação solar e o impacto causado pelas chuvas. Outro exemplo de manejo se refere à integração Lavou-Pecuária-Floresta, onde a diversificação do sistema de produção possibilita o uso da área de forma equilibrada, o solo não fica sobrecarregado somente com uma atividade. Outro ponto positivo é que nessas condições o solo fica sempre vegetado, ficando protegido do processo de erosão, por exemplo.

Portanto, ao finalizar essa seção você elaborou o seu primeiro relatório técnico acerca da caracterização do solo tropical no campo. Até a próxima seção!

## Avançando na prática

# Levantamento de solo

### Descrição da situação-problema

Você trabalha em uma empresa de gestão de projetos agrícolas e foi contratado para realizar o levantamento de solos de uma propriedade localizada em Pernambuco que apresenta possíveis falhas na produção de uvas de mesa. Devido às condições de estiagem, a bacia hidrográfica que abastece a fazenda possui um grande risco de diminuição do seu volume de água, o que afetará conseqüentemente a produção de uvas, que dependem desse recurso hídrico. O sistema de irrigação está vinculado ao volume de água produzido na nascente da propriedade agrícola, que, por sua vez, está conectada à bacia hidrográfica. Assim, você deverá realizar um levantamento pedológico da propriedade que será voltado principalmente para fins de identificar, analisar e sanar o problema de abastecimento de água para a produção de uvas de mesa. Portanto, segundo a situação, qual tipo de levantamento de solo você irá utilizar em sua avaliação? Para responder a esta questão, suponha que a área do levantamento possui 40 hectares.

### Resolução da situação-problema

Para sua avaliação, você pode utilizar o levantamento do tipo reconhecimento, visto que este é executado para fins de avaliação qualitativa, sendo estimado o potencial de uso agrícola e não agrícola. Além do mais, você poderá realizar o levantamento por reconhecimento de média intensidade, já que é utilizado para fins de elaboração de projetos de uso e planejamento, onde são incluídos zoneamentos agroecológicos. Esse tipo de levantamento possui enfoque regional, sendo utilizados especialmente em municípios, bacias hidrográficas e ainda fazendas, para que fomentem a tomada de decisões corretivas ou ainda preventivas com relação à preservação ambiental. Contudo, podem ser utilizadas algumas bases cartográficas, tais como: mapas/cartas planialtimétricas, imagens de radar e satélite, além de cartas-imagens de sensores remotos orbitais, embora a área mapeável seja entre 40 ha e 2,5 km<sup>2</sup>, com grau de confiabilidade entre 70 e 80%.

**1.** Os solos são formados de água, ar, material mineral, material orgânico e organismos vivos, assim, segundo sua constituição, podem variar muito na superfície em relação à sua espessura, características, fertilidade, porosidade, entre outros aspectos. De modo geral, podem influenciar na vida dos organismos vivos, bem como no funcionamento de ciclos biogeoquímicos.

Baseado no texto-base, marque a alternativa que se refere às principais funções ambientais do solo:

- a) Reserva da biodiversidade e regulador ambiental.
- b) Compensação ambiental e meio de suporte para a produção de biomassa.
- c) Regulador ambiental e sequestro de carbono.
- d) Reserva da biodiversidade e compensação ambiental.
- e) Sequestro de carbono e meio de suporte para a produção de biomassa.

**2.** Os levantamentos dos solos são agregados em cinco principais tipos de levantamentos. Para cada qual, tem-se uma escala específica de área mapeável, bem como um propósito específico e uma finalidade para qual se realiza o levantamento. Os levantamentos se constituem como uma importante ferramenta para confecção de mapas e cartas cartográficas que podem ter diversas finalidades, como definição de classes de solos, aptidão agrícola, entre outras.

Dentre os sistemas abaixo, qual deverá ser empregado no levantamento de pequenas áreas a fim de detecção de problemas específicos?

- a) Exploratório.
- b) Reconhecimento.
- c) Semidetalhado.
- d) Detalhado.
- e) Ultradetalhado.

**3.** Acerca dos métodos de avaliação dos solos, avalie as afirmativas a seguir:

I – Nas análises físicas, o grau de floculação é usado para distinguir latossolos e solos intermediários, sendo parâmetro indicativo de estágio de intemperismo, uma vez que solos com elevado grau de floculação apresentam baixos teores de silte, apresentando também argilas de baixa atividade.

II - A quantidade de carbono é de grande interesse no manejo e na classificação do solo, onde o teor de C indica a quantidade de MO acumulada no solo, além do mais este se apresenta como critério diagnóstico em solos orgânicos, bem como para definição de horizontes diagnósticos superficiais.

III - Para análise física, primeiramente se realiza o preparo da amostra da terra, das quais podem ser realizadas ainda em campo, visto que o teor de umidade não apresenta influência nos parâmetros físicos do solo.

Marque a alternativa composta pelas afirmativas corretas.

- a) I, apenas.
- b) I e II, apenas.
- c) III, apenas.
- d) II e III, apenas.
- e) I, II e III estão corretas.

## Mapeamento de solos e correlação das classificações do solo

### Diálogo aberto

Olá, aluno! Preparado para aprender acerca do mapeamento de solos?

Os mapeamentos fornecem informações sobre o solo e sobre sua distribuição ao longo da paisagem, deste modo os mapeamentos funcionam como ferramentas fundamentais para auxiliar no manejo sustentável das terras. Além do mais, esta técnica não se refere somente aos solos, visto que também atende outras demandas como aspectos relacionados à otimização de insumos e disponibilidade hídrica (DALMOLIN; TEN CATEN, 2015).

Diante do quadro apresentado e da importância do estudo do mapa de solos, vamos relembrar o contexto apresentado no início da unidade, pois tal será fundamental para introduzir a situação que será abordada nesta seção.

Você é engenheiro agrônomo e possui uma empresa de consultoria e sua função consiste em atender produtores rurais, sendo também responsável pela elaboração e manutenção de planejamentos agrícolas. Atualmente, você está auxiliando um produtor em três áreas localizadas no estado de São Paulo, onde cada uma possui culturas e solos com diferentes características.

Você já analisou a primeira área e, portanto, a partir de agora deverá verificar a segunda propriedade, avaliando especificamente aspectos referentes ao mapeamento dos solos.

A propriedade é composta principalmente por gado de corte, contendo pastagem com uso intenso do solo. Logo, seu primeiro passo consistiu em verificar a documentação da propriedade, incluindo a análise do histórico de uso da terra e de mapas de solos disponíveis. Assim, você verificou que a propriedade não possuía um mapa específico da área e a única informação existente, até então, era do mapa exploratório do estado em escala de 1:2.500.000.

Neste contexto, existiam poucos detalhes sobre a classe dos solos existentes na propriedade, o que, por sua vez, estava atrapalhando o manejo dos animais, visto que o desenvolvimento dos mesmos depende do fornecimento de capim de qualidade e a pastagem deve ser adaptada ao tipo de solo da fazenda. Portanto, nesta etapa da consultoria, você deverá propor a atualização do mapa de solos, visto que tal ação é prioridade para fornecer informações que irão impactar diretamente no manejo da propriedade rural.

Diante da situação apresentada, qual tipo de levantamento de solo você recomendaria para realização do mapeamento? Qual a área mínima mapeável que você deverá considerar segundo o tipo de levantamento de solos escolhidos? O mapa pedológico deverá ser composto por quais elementos?

Para responder a esses questionamentos, é importante que você se dedique aos conteúdos abordados na seção, como: aspectos referentes à escala de mapeamento de solos e área mínima mapeável, padronização das cores das classes em mapas, e conheça a correlação entre os sistemas internacionais de nomenclatura dos solos.

Boa leitura!

### Não pode faltar

Olá, aluno! Vamos dar continuidade ao nosso estudo sobre classificação dos solos, englobando especificamente os critérios acerca da confecção de mapas, portanto, atente-se à leitura!

O mapeamento e classificação dos solos se constitui como uma forma de interpretação de suas funções, viabilizando, portanto, o uso racional desse recurso na atividade agropecuária, bem como em outras atividades que usam o solo como elemento integrante dos sistemas de produção agrícola e agroindustrial.



#### Reflita

Na área agrônoma existem diversos aspectos que regem o manejo das terras agricultáveis. Até aqui você conheceu diversos parâmetros que são fundamentais para a classificação dos solos, notando que uma propriedade nem sempre possui apenas uma classe de solo, sendo geralmente formada por “manchas” de diferentes tipos de solos. Dessa forma, como o profissional das ciências agrárias poderá compartilhar as informações acerca do uso e manejo do solo de uma propriedade de maneira acessível e que seja de fácil acesso ao produtor rural?

As etapas de mapeamento dos solos envolvem o planejamento e levantamento de dados, trabalho de campo e laboratório. As atividades do mapeamento pedológico, no geral, são onerosas devido ao tempo necessário para coletar informações, bem como pelo uso dos recursos financeiros que são necessários para sua execução. Portanto, quanto mais detalhada a escala que se almeja utilizar, maior será o número de levantamentos em campo e, como

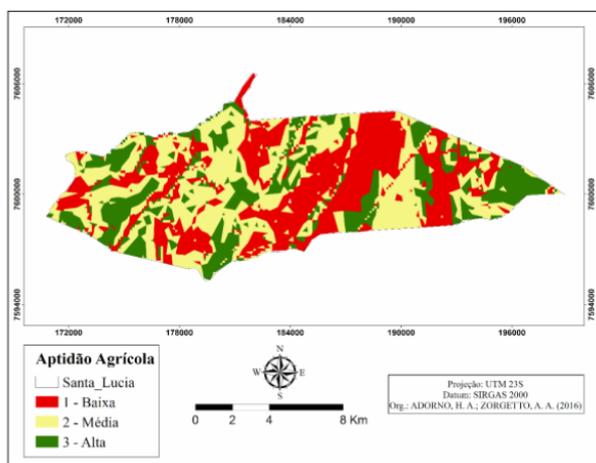
consequência, maior será o custo para execução do mapeamento dos solos (SILVA *et al.*, 2015).

Vale ressaltar que o mapeamento de solos fornece diversos subsídios que auxiliam na prática da agricultura, como, por exemplo, fornecem informações cruciais para escolha das culturas conforme as condições edáficas.

Diante desse contexto, conforme Demattê (2017), podemos citar algumas finalidades do mapa de solos, como:

- é utilizado como base o uso de técnicas conservacionistas;
- permite identificar áreas que possuem risco de erosão e compactação;
- auxilia na escolha de áreas com potencial agrícola (Figura 4.5) e de assentamentos;
- aponta épocas que são adequadas para o manejo da cultura segundo o tipo de solo;
- indica áreas que são propensas para preservação permanente;
- funciona como base para determinar métodos de avaliação de terra como aptidão agrícola;
- auxilia na valoração da terra;
- contribui para elaboração de projetos de irrigação e monitoramento de solos, dentre outros.

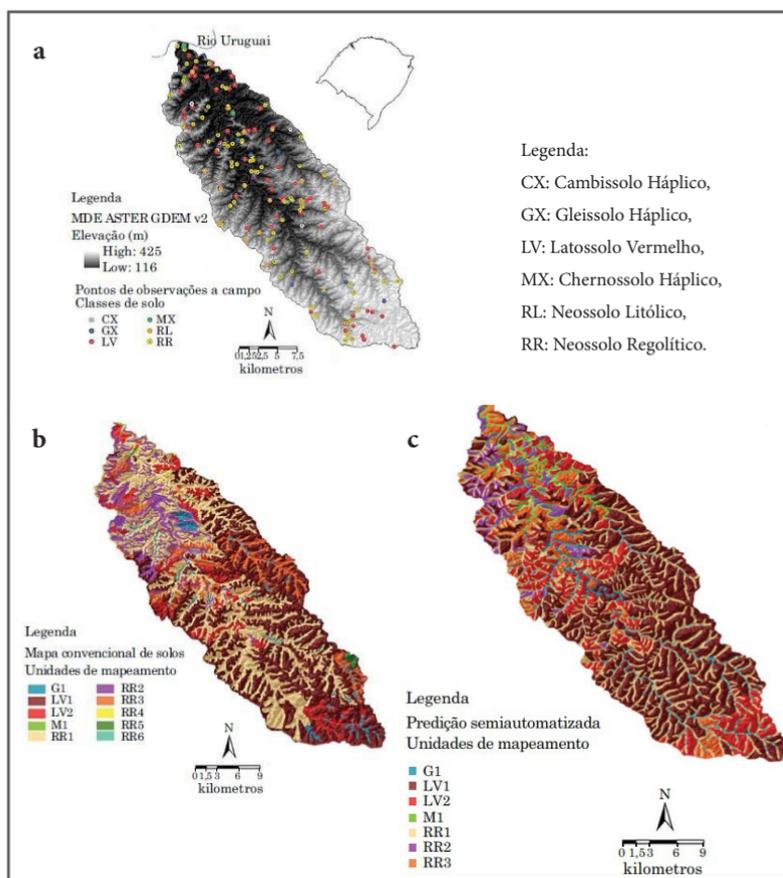
Figura 4.5 | Mapa de aptidão agrícola



Fonte: Adorno *et al.* (2017, p. 61).

O mapeamento do solo pode ser realizado por meio convencional, a partir da análise da relação solo-paisagem, por meio de interpretação de fotografias aéreas ou de observação do ambiente, segundo análise do especialista. Tem-se também os mapeamentos digitais dos solos, onde são estabelecidas características do perfil com a paisagem. No entanto, o mapeamento digital é feito de maneira mais quantitativa que o convencional (Figura 4.6), uma vez que são utilizados modelos matemáticos para verificação de variações espaciais do solo a partir de mapas já existentes (TESKE; GIASSON; BAGATINI, 2015).

Figura 4.6 | (a) Mapa digital de solos; (b) mapa convencional de solos digitalizado; (c) resultado da predição (intersecção e espacialização) semiautomatizada das unidades de mapeamento



Fonte: Teske, Giasson e Bagatini (2015, p. 953).

A relação entre a classificação de solos e o levantamento fica definido quando solos semelhantes são reunidos em classes, das quais, quando combinadas com informações do meio ambiente, formam uma base fundamental para a composição das unidades de mapeamento cuja extensão e limites são mostrados em mapas (DEMATTÊ, 2017).



### Assimile

No quesito solos, uma unidade taxonômica é uma classe de solo definida conforme os quesitos de classificação, já uma unidade de mapeamento é entendida como um **conjunto de áreas de solos**, conforme as relações e posições na paisagem (IBGE, 2015). Além do mais, as unidades de mapeamentos podem ser simples, compostas com apenas um tipo de solo ou podem apresentar diferentes combinações de solos.

Nesse sentido, como observamos o conteúdo sobre levantamento de solos na seção anterior, algumas variáveis são aplicadas no sistema de mapeamento de solos, tais como a **escala de mapeamento de solos, área mínima mapeável** e uso de **cores padrões**. O processo que leva a elaboração dos mapas temáticos ou cartas segue pela coleta de dados, além da observação de fatos e fenômenos que são relevantes para serem considerados na superfície terrestre para a representação que se almeja.

Neste contexto, os mapas e cartas, nada mais são que documentos que possibilitam a visão reduzida de grandes áreas, ou seja, “são documentos relativamente pequenos que encerram informações sobre superfícies ou territórios de dimensões bem maiores” (IBGE, 2015, p. 326).

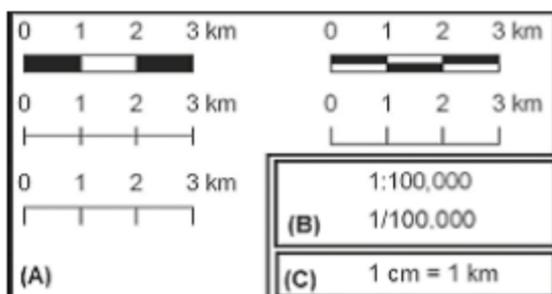
Antes de prosseguirmos com nossos estudos, é importante ressaltar que são comuns dúvidas em relação aos conceitos de mapa e carta, onde muitas vezes os termos “mapas” e “cartas” são utilizados como sinônimos. Mas qual a diferença entre estes?

A cartografia é a ciência que busca realizar a produção, utilização e estudo documental de cartas e mapas. Dessa forma, o mapa é a representação gráfica, imagem/objeto que simboliza a realidade geográfica segundo as características selecionadas. Os termos cartas e mapas não possuem distinção rígida e com separação definitiva, desse modo, segundo Anderson (1982), os mapas consistem em representações de parâmetros geográficos-náuticos ou artificiais da terra, assim, pode ou não ter caráter científico, sendo construído geralmente em escala pequena, com capacidade de cobrir um território mais ou menos extenso. Já as cartas se referem a uma representação precisa da Terra, possibilitando a medição de distâncias e localização de pontos.

Segundo Martins Neto e Alves (2018), dizemos que algo está em escala quando a sua representação (seja em mapa, carta, maquete, dentre outros) apresenta uma redução ou ampliação de suas dimensões sem alteração das proporções reais. Dessa forma, a escala é determinante na proporção entre o tamanho dos mapas ou cartas e o tamanho dos territórios mapeados. É uma relação entre a medida do território mapeado ou representado no mapa e seu tamanho real na superfície terrestre.

O Manual de Pedologia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística destaca que as escalas serão definidas de acordo com os assuntos que serão representados nos mapas ou cartas, variáveis (maiores ou menores) conforme o intuito ou objeto de estudo (necessidade de maior ou menor nível de detalhamento) (IBGE, 2015). Deste modo, podemos considerar que os mapas são uma visão aérea de determinado espaço territorial onde uma mesma área poderá ser representada por diferentes tamanhos e tipos de escalas (Figura 4.7)

Figura 4.7 | Exemplos de escalas gráficas (A), numéricas (B) e nominal (C)



Fonte: Martins Neto e Alves (2018, p. 45).

A escala gráfica pode ser representada por uma barra simples, dupla ou linha reta graduada que permite transformar dimensões gráficas em dimensões reais, sem que necessariamente seja preciso a realização de cálculos. Já a escala numérica é representada por uma fração, onde o numerador corresponde à distância no mapa e o denominador à distância do terreno (CARVALHO; ARAÚJO, 2008; MARTINS NETO; ALVES, 2018).



### Exemplificando

Os mapas de propriedades agrícolas, de aptidão de uso da terra, de declividade do terreno, de risco de erosão, entre outros, são feitos conforme os exemplos das escalas a seguir.

Na Figura 4.8(A), cada intervalo da reta representa 1 cm no mapa e 10 km no terreno. Já na figura 4.8 (B), supondo que seja uma escala de “um para cem mil”, significa que a distância real do terreno sofreu uma redução de 100.000 vezes. Em outras palavras, 1 cm no mapa se refere a 100.000 cm (1 km) no terreno.

Figura 4.8 | Exemplo de escala gráfica (A) e numérica (B)



Fonte: Carvalho e Araújo (2008, p. 4).

O nível de detalhamento dos solos em um mapa vai depender da escala utilizada e do objetivo que foi elaborado. Na cartografia, adota-se como a menor dimensão legível em mapas a área de  $0,4 \text{ cm}^2$  (considerando-se uma escala de 1:10.000), a qual representa a área mínima mapeável (AMM) no terreno (DENT, YOUNG, 1981 *apud* DALMOLIN *et al.*, 2004).

Portanto, o conceito de AMM quando associado à cartografia representa o tamanho da área que o objeto deve ter para que seja representado em um mapa, já a noção de área é entendida como o conjunto de pixels contínuos em uma imagem (MOTTA, 2010).

Um aspecto que influencia na AMM é a forma de obtenção dos dados, como, por exemplo, por meio de sensores remotos. No sensoriamento remoto, os sensores captam energia do objeto e convertem em sinais passíveis de serem registrados. Simplificando o conceito, os sensores operam por meio da detecção de energia eletromagnética ou radiação eletromagnética. Nesse contexto, os sensores imageadores, como o OLI (Operational Land Image), localizado no satélite Landsat 8, por exemplo, gera como produto final uma imagem, formada por uma matriz de números digitais, onde cada número está associado a um pixel (TÔSTO *et al.*, 2014).

A **área mínima mapeável**, independentemente do tipo de escala cartográfica a ser adotada, e como o próprio nome sugere, é a menor dimensão necessária para que um mapa ou carta apresente as informações de forma que estas não sejam prejudicadas. Além do mais, esta área corresponderá a diferentes tamanhos, conforme o nível de levantamento (ou seja, conforme a técnica de mapeamento), devendo também ser consideradas as escalas usuais e a distância no terreno. O nível de detalhamento dirá respeito ao tipo

de levantamento de solo escolhido, como compreendido na seção anterior (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 | Relação entre escalas de mapas/cartas, distância e área mínima mapeável nos terrenos

Níveis de levantamentos	Escalas usuais	Distância no terreno em km, para cada 1cm no mapa	Área mínima mapeável	
			ha	km <sup>2</sup>
Ultradetalhados	1:500	0,005	0,001	0,00001
	1:1 000	0,01	0,004	0,00004
	1:2 000	0,02	0,016	0,00016
	1:5 000	0,05	0,10	0,0010
Detalhados	1:7 000	0,07	0,19	0,0019
	1:8 000	0,08	0,25	0,0025
	1:10 000	0,10	0,4	0,004
	1:15 000	0,15	0,9	0,009
	1:20 000	0,20	1,6	0,016
Semidetalhados	1:25 000	0,25	2,5	0,025
	1:30 000	0,30	3,6	0,036
	1:50 000	0,50	10	0,10
Reconhecimento de alta intensidade	1:60 000	0,60	14,4	0,14
	1:75 000	0,75	22,5	0,22
	1:100 000	1	40	0,4
Reconhecimento de média intensidade	1:150 000	1,5	90	0,9
	1:200 000	2,0	160	1,6
	1:250 000	2,5	250	2,5
Reconhecimento de baixa intensidade	1:300 000	3	360	3,6
	1:500 000	5	1 000	10
	1:750 000	7,5	2 250	22,5
Exploratórios	1:1 000 000	10	4 000	40
	1:2 500 000	25	25 000	250
	1:5 000 000	50	100 000	1 000
Esquemáticos	1:10 000 000	100	400 000	4 000
	1:15 000 000	150	900 000	9 000

Fonte: IBGE (2015).

Dessa maneira, é possível observar em detalhes as diferenças entre os diferentes níveis de levantamento. Os levantamentos detalhados são indicados para áreas menores, sendo recomendado para locais onde o uso do solo é intenso. Já no caso dos levantamentos ultradetalhados, por exemplo, as escalas usuais são de 1:500 até 1:5.000, o que respectivamente terá cada km no território representado no mapa por 0,005 e 0,05 cm. Neste caso, a área mínima que deverá ser mapeada é de 0,001 hectare ou 0,00001 km<sup>2</sup>.

Em um levantamento exploratório, as escalas usuais são de 1:750.000 até 1:2.500.000, sendo que para cada km no território corresponderá, respectivamente a 7,5 e 25 cm, sendo a área mínima mapeável possível de 2.250 hectares até 25.000 hectares (22,5 e 250 km<sup>2</sup>).

A junção de um mapa de solos e o boletim (ou memorial) descritivo constitui o mapa pedológico. O primeiro permite a visualização espacial dos agrupamentos de solos da propriedade, incluindo a legenda, escala gráfica

(podendo ser numérica ou gráfica) e símbolos para identificá-los no mapa. Enquanto que o memorial descritivo é formado pela descrição da variação dos solos, classificando-os com detalhes, segundo informações ambientais e porcentagem de distribuição das diferentes classes de solos encontradas (BATISTA *et al.*, 2018).

Os mapeamentos são ferramentas utilizadas na agricultura de precisão, possibilitando mensurar a variabilidade espacial de determinados fatores que podem interferir na produtividade agrícola, como a fertilidade do solo. Desta forma, por meio do mapeamento de uma área, é possível realizar a aplicação de fertilizantes segundo a necessidade específica de cada talhão, diminuindo os custos da produção pelo desperdício de insumos (FRANCHIN *et al.*, 2009).

As geotecnologias, como sistemas de informações geográficas (SIG), sistema de navegação global por satélite (GNSS) e sistema de processamento de imagens (SPI), são de grande importância no monitoramento agrícola e de recursos naturais, permitindo a geração de mapas de forma mais rápida e precisa. As mesmas apresentam diversas vantagens ao produtor, como: o zoneamento que serve de insumo para obtenção de crédito que apoia o desenvolvimento da atividade rural; delimitação da área e marcação de divisões internas; uso de mapa de solos para o manejo da cultura; mapeamento da cobertura vegetal para adequação ambiental da área (delimitação da área de reserva legal) e detecção de áreas de preservação permanente (TÔSTO *et al.*, 2014).

Caro aluno, a partir deste ponto vamos entender como funciona a organização dos mapeamentos pedológicos e sua aplicabilidade na área agrícola. Afinal, como são organizadas as cores e legendas em um mapa de solos? Existe um padrão?

**A padronização das cores de solos em mapas** pode ser definida para os níveis de Ordem e Subordem (até o segundo nível categórico) e estão disponíveis no atual SiBCS (Santos *et al.*, 2018).

Uma das dificuldades encontradas pelos cartógrafos se refere à especificação de cores, portanto, são utilizados modelos padrões para fins de aceite geral. Os modelos mais comuns utilizados na prática são: RGB (*red, green e blue*); CMYK (*cyan, magenta, yellow e black*) e o HSV (*hue, saturation e value*), que são utilizados como referência pelo SiBCS (FALAT; BONATTO, [s.d.]).

Desta maneira são utilizadas cores padrões para elaboração de mapas/cartas de solos. No entanto, vale ressaltar que estas cores, por ocasião de impressão, poderão sofrer variação da sua tonalidade devido à qualidade do software, bem como da impressora ou papel de impressão utilizados (IBGE, 2015). Observe a seguir o exemplo de cores que são utilizadas nas classes de solos de maior ocorrência no Brasil (Figura 4.9).

Figura 4.9 | Cores utilizadas em mapa de solos

### Latossolos

#### 1º Nível categórico



**Latossolos – L**  
R=254 G=204 B=92  
C=1 M=20 Y=74 K=0  
H=41 S=64 V=99

#### 2º Nível categórico



**Latossolos Brunos – LB**  
R=168 G=112 B=0  
C=29 M=55 Y=100 K=13  
H=40 S=100 V=66

### Neossolos

#### 1º Nível categórico



**Neossolos – R**  
R=255 G=254 B=115  
C=4 M=0 Y=66 K=0  
H=60 S=55 V=100

#### 2º Nível categórico



**Neossolos Litólicos – RL**  
R=150 G=149 B=149  
C=44 M=36 Y=37 K=2  
H=0 S=1 V=59

### Cambissolos

#### 1º Nível categórico



**Cambissolos – C**  
R=215 G=197 B=165  
C=16 M=19 Y=37 K=0  
H=38 S=23 V=84

#### 2º Nível categórico



**Cambissolos Hísticos – C**  
R=170 G=134 B=105  
C=32 M=45 Y=61 K=6  
H=27 S=38 V=67

### Argissolos

#### 1º Nível categórico



**Argissolos – P**  
R=255 G=167 B=127  
C=0 M=35 Y=50 K=0  
H=18 S=50 V=100

#### 2º Nível categórico



**Argissolos Bruno-Acinzentados – PBAC**  
R=255 G=200 B=250  
C=3 M=24 Y=0 K=0  
H=305 S=22 V=100

### Plintossolos

#### 1º Nível categórico



**Plintossolos – F**  
R=214 G=186 B=201  
C=15 M=27 Y=10 K=0  
H=328 S=13 V=84

#### 2º Nível categórico



**Plintossolos Pétricos – FF**  
R=236 G=172 B=203  
C=4 M=39 Y=1 K=0  
H=331 S=27 V=93

### Gleissolos

#### 1º Nível categórico



**Gleissolos – G**  
R=182 G=216 B=238  
C=27 M=5 Y=2 K=0  
H=204 S=24 V=93

#### 2º Nível categórico



**Gleissolos Tiomórficos – GJ**  
R=108 G=168 B=205  
C=58 M=25 Y=6 K=0  
H=208 S=47 V=80

Fonte: adaptada de Santos *et al.* (2018, [s.p.]).

Outro fato importante se refere à correspondência aproximada da classificação de solos do Brasil com os sistemas internacionais de nomenclatura, como a Base Mundial de Referência para Recursos do Solo (WRB), a qual pertence ao Sistema universal reconhecido pela União Internacional da Ciência do Solo (IUSS) e à Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), além do sistema de taxonomia do solo dos Estados Unidos (EUA).

Quadro 4.1 | Correlação do SiBCS com WRB/FAO e Taxonomia do solo (EUA)

SiBCS (2018)	WRB (2015)	taxonomia do solo (EUA)
Argissolos	Acrisols; Lixisols; Alisols	Ultisols; alguns Oxisols (Kandic)
Cambissolos	Cambisols	Inceptisols
Latossolos	Ferralsols	Oxisols
Plintossolos	Plinthosols	Subgrupos Plinthic (várias classes de Oxisols, Ultisols, Alfisols, Entisols, Inceptisols)

Fonte: adaptado de Santos *et al.* (2018, [s.p.]).

Na classificação de solos mundial (FAO) realizada em 1974, os solos foram agrupados em 26 classes principais com 106 unidades de solos, as quais são mapeadas como associações de solo (incluindo classes texturais, declividade, fases e unidades de terra). A nomenclatura nesse sistema nada mais é que uma mistura de nomes tradicionais bem conhecidos internacionalmente, mesclando termos da nomenclatura dos Estados Unidos assim como novos nomes. Na última revisão desse sistema (2015) foi elaborado um guia contendo 32 classes de solos (REETZ, 2017).

O modelo de classificação proposto no EUA “*Soil Taxonomy*” é baseado nas propriedades do solo descrito conforme presença ou ausência de horizontes diagnósticos, além de outras características do perfil. Assim, os solos são organizados em 12 ordens, divididas em 68 subordens, 337 grandes grupos, além de um grande número de subgrupos, famílias e séries. É um sistema bem adaptado para identificação e descrição exata do solo para fins de compreensão internacional (REETZ, 2017).

Podemos citar algumas diferenças entre os sistemas de classificação de solos do Brasil e dos Estados Unidos: No Brasil, a origem dos dados pedológicos foi baseada em levantamento de solos generalizados, principalmente de níveis exploratório e de reconhecimento, e no sistema americano, os levantamentos se iniciaram de forma mais detalhada. Deste modo, a estrutura do sistema brasileiro foi construída do nível superior (ordem) para o nível mais

inferior, enquanto no sistema americano ocorreu do nível inferior (série) para o superior. Outro ponto que vale ressaltar é que no sistema brasileiro a cor é considerada como um dos critérios de classificação, sendo que no americano é dada pouca importância para este atributo, priorizando outros critérios, como o regime de umidade no perfil do solo, por exemplo (PRADO, [s.d.]).



### Saiba mais

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em parceria com a Embrapa Monitoramento por Satélite, realizou um trabalho onde foi possível mapear a agricultura de larga escala de todo o Brasil nos seguintes anos/safra: 2002-2003, 2007-2008 e 2010-2011. Os dados desse mapeamento foram feitos por meio do “Somabrazil”, que se refere a um sistema de monitoramento da agricultura brasileira.

BATISTELLA, M. *et al.* **SOMABRASIL**: Sistema de Observação e Monitoramento da Agricultura no Brasil. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2012.

Contudo, nesta seção pudemos aprender alguns aspectos que são levados em consideração no mapeamento de solos, tais como: uso de escalas, área mínima mapeável e cores padrões, portanto, na última seção do livro você vai conhecer sobre os aspectos da chave de classificação de solos.

## Sem medo de errar

Neste ponto do conteúdo vamos resolver a problemática lançada sobre a elaboração de mapas de solos, vamos lá?

Iremos primeiramente relembrar a problemática exposta: você analisou a segunda propriedade e constatou que existiam poucos detalhes sobre a classe dos solos existentes na propriedade, o que por sua vez estava atrapalhando o manejo dos bovinos, visto que o desenvolvimento dos mesmos depende do fornecimento de capim de qualidade, e, para isso, a pastagem deve ser adaptada ao tipo de solo da fazenda. Portanto, seu trabalho nesta etapa da consultoria consiste em propor a atualização do mapa de solos, visto que tal ação é prioridade para fornecer informações que irão impactar diretamente no manejo da propriedade rural.

Diante da situação apresentada, qual tipo de levantamento de solo você recomendaria para realização do mapeamento? Qual a área mínima mapeável que você deverá considerar segundo o tipo de levantamento de solos escolhidos? O mapa pedológico deverá ser composto por quais elementos?

O levantamento do tipo detalhado é indicado para análise da propriedade, uma vez que é recomendada para áreas menores e para locais onde o uso do solo é intenso. A escala recomendada para esse tipo de levantamento vai de 1:7.000 até 1:20.000 e a área mínima mapeável de 0,19 até 1,6 hectares, respectivamente.

Para fins de recomendação do manejo a ser adotado na propriedade rural, o mapa pedológico deverá ser composto pelo mapa de solos e o boletim descritivo. O primeiro citado irá permitir a visualização espacial dos agrupamentos de solos da propriedade, incluindo a legenda, escala gráfica (podendo ser numérica ou gráfica) e símbolos para identificá-los no mapa. Enquanto que o memorial descritivo é composto pela descrição da variação dos solos, classificando-os com detalhes, segundo informações ambientais e porcentagem de distribuição das diferentes classes de solos encontradas.

Desse modo, a consultoria na área dará subsídio para levantar informações que são cruciais para o manejo da pastagem e conseqüentemente do manejo animal, uma vez que o sistema de produção depende de diversos fatores, como o levantamento dos solos. Portanto, o produto do levantamento, mapa dos solos, constitui-se como uma importante ferramenta para auxiliar produtores rurais, bem como profissionais que trabalham com aspectos cartográficos.

Ao entregar esse trabalho você finalizou a consultoria na segunda propriedade, salientando especificamente os critérios que são necessários para elaboração de mapa de solos.

## Avançando na prática

# Mapeamento de solos

### Descrição da situação-problema

A agricultura tem avançado na utilização de tecnologia para a melhor utilização dos recursos à disposição, entre eles, o recurso solo. Por outro lado, muito se avançou em estudos na área de pedológica, justamente por ser de natureza não só importante para o desenvolvimento econômico, mas também para maior conservação do meio ambiente e correta utilização das áreas disponíveis. Além disso, a tecnologia vem apresentando importante papel no mapeamento de solos, tornando o processo de levantamento-mapeamento de solos mais rápido e menos oneroso. Nesse contexto, você foi contratado para trabalhar no setor de agricultura de precisão de uma empresa de fertilizantes agrícola, visto que a empresa deseja otimizar cada vez mais a

qualidade dos seus produtos segundo as necessidades dos produtores rurais, características do solo e diferentes culturas. Portanto, a primeira parte do trabalho será realizar estudos nas propriedades de produtores rurais que são clientes da empresa. Desse modo, como você poderá fazer o mapeamento do solo para identificar as características das propriedades? Quais são os tipos de mapeamentos?

### Resolução da situação-problema

Você salienta que o mapeamento do solo das propriedades poderá ser realizado de modo convencional, a partir da análise da relação solo-paisagem, realizando interpretação de fotografias aéreas e por meio de observação do ambiente. Outra possibilidade é realizar o mapeamento digital dos solos, sendo estabelecidas características do perfil com a paisagem. O mapeamento digital é feito de maneira mais quantitativa que o convencional, uma vez que são utilizados modelos matemáticos para verificação de variações espaciais do solo a partir de mapas já existentes. Portanto, um importante fator que deve ser considerado consiste na verificação dos dados já disponíveis e no levantamento da área para fins de verificação das informações já levantadas. Desse modo, após o trabalho de levantamento e confecção de mapa dos solos, a empresa de fertilizantes irá poder propor os melhores produtos baseada em cada tipo de solo.

### Faça valer a pena

1. “O Estado do Paraná iniciou em outubro de 2018 o projeto Prona-solos Paraná, dando início ao programa homônimo de âmbito nacional, desse modo, tal ação irá preencher uma lacuna de conhecimento a respeito dos solos paranaenses visto que os mapeamentos atuais estão em escala de baixo detalhamento e os novos serão feitos em escala 1:50.000 para solos e 1:10.000 para vegetação (GLOBO RURAL, 2018).

A escala de solos citada no texto-base se refere a qual nível de levantamento.

- a) Semidetalhado.
- b) Reconhecimento de alta intensidade.
- c) Exploratório.
- d) Ultradetalhado.
- e) Reconhecimento de baixa intensidade.

**2.** Relacione a coluna A com a coluna B no que se refere ao uso de geotecnologias e mapeamento.

Coluna A	Coluna B
(A) Geotecnologia utilizadas na cartografia.	( ) Delimitação da área de reserva legal.
(B) Sistemas de posicionamento global de satélite.	( ) Sistemas de informações geográficas.
(C) Mapeamento da cobertura vegetal.	( ) Permite a delimitação da área e marcação de divisões internas.
(D) Zoneamento baseado em geotecnologias.	( ) Insumo para obtenção de crédito rural.

Assinale a sequência correta.

- a) A-C-B-D.
- b) C-A-B-D.
- c) B-A-D-C.
- d) D-C-B-A.
- e) A-D-C-B.

**3.** Embora não exista um sistema de classificação de solos ideal, são conhecidos alguns principais, como o sistema de classificação da FAO, dos Estados Unidos e do Brasil, onde cada um apresenta sua especificidade segundo os critérios que são considerados mais importantes.

Baseado na leitura do texto-base, assinale a alternativa correta sobre os sistemas de classificação do solo.

- a) A origem dos dados pedológicos do sistema americano foi baseada principalmente em níveis de levantamentos exploratórios.
- b) O sistema de levantamento brasileiro teve sua origem a partir de dados pedológicos formados do nível mais inferior para o nível mais superior.
- c) No sistema FAO os solos foram agrupados em classes principais com unidades de solos, as quais são mapeadas como associações de solo (incluindo classes texturais, classes de declividade, fases e unidades de terra).
- d) No sistema de classificação de solo americano o fator “cor” é considerado como algo muito relevante, sendo tal considerado critério para definição da classe de solos.
- e) No sistema brasileiro é considerado como fator determinante para classificação o teor de umidade do perfil, visto que este aspecto é importante para o manejo do solo.

## Simbologia e chave de classificação de solos

### Diálogo aberto

Olá, estudante!

Até aqui você estudou sobre os quesitos que são necessários e que servem de base para classificação dos solos, portanto, agora iremos finalizar nosso conteúdo aprendendo sobre taxonomia dos solos. Você sabia que o Programa Nacional de Solos do Brasil (PronaSolos) tem como objetivo mapear em escalas mais detalhadas 8,2 milhões de Km<sup>2</sup> de todo o território do país até 2048? (EMBRAPA, 2018). Assim, tal programa irá contribuir com a melhoria do Sistema de Classificação de solos brasileiros e, conseqüentemente, com a taxonomia de solos.

Nesta seção iremos finalizar os nossos estudos sobre a classificação dos solos, e nada melhor do que concluir esse aprendizado compreendendo como funciona a simbologia da taxonomia, além de entender os aspectos que são referentes ao uso da chave de classificação.

Conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de solos (SiBCS), a definição da classe pode ser realizada até o quarto nível categórico, sendo que o quinto e sexto nível ainda estão em discussão. Portanto, através da correta identificação das classes dos solos, é possível verificar as formas de uso e limitações de determinada área, elencando também os manejos que são indispensáveis para determinação da classe de solos.

Nesse contexto, para fins de aplicação do conhecimento, relembre a proposta que foi abordada no início da unidade: Você é engenheiro agrônomo e possui uma empresa de consultoria agrícola, onde o seu trabalho consiste em atender produtores rurais, além de ser responsável pela elaboração e manutenção de projetos. Você já realizou as duas primeiras etapas do projeto para atender às propriedades do agricultor, deste modo irá finalizar seu trabalho realizando o diagnóstico da terceira área.

A terceira área consistia em uma fazenda de pasto, no entanto a área vem apresentando sinais de degradação pela falta de manejo do solo. Além do mais, a atividade agropecuária é desenvolvida conforme o sistema extensivo, onde os animais são deixados livres em grandes áreas sem um devido controle da sua alimentação, diferente da pecuária intensiva onde ocorre maior uso de tecnologia e controle da nutrição animal. Após a análise laboratorial das características do solo, bem como a verificação do perfil, nota-se a ocorrência

de Argissolo Vermelho-Amarelos de textura arenosa. Dessa forma, qual a importância da identificação da classe dos solos em relação ao manejo? Os Argissolos são indicados para pastagem? Quais são as características desse solo? Quais propostas de manejos você indicaria para o produtor rural? Qual recomendação você daria em relação ao sistema de plantio a ser implantado, visto que o pecuarista não está fazendo o uso adequado de sua terra, contribuindo conseqüentemente com a degradação?

Para responder a esses questionamentos, é importante que você se dedique ao estudo desta seção, visto que será abordado especificamente sobre a simbologia da classificação de solos, aspectos da chave de classificação de solos, além da aplicabilidade do uso da chave e simbologia no contexto agrônomo.

Faça uma boa leitura!

## Não pode faltar

Olá, aluno! Nesta seção iremos finalizar o nosso estudo acerca da classificação dos solos. Está preparado?

Ao longo deste livro estudamos sobre os diversos atributos dos solos, compreendemos os aspectos referentes aos horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais, conhecemos os diferentes níveis categóricos e classes de solos e também vimos os critérios que são utilizados em mapeamentos. Deste modo, a partir de agora iremos conhecer mais sobre a simbologia utilizada para definição das classes de solos e os conteúdos referentes à chave de classificação.



### Refleta

O Sistema de classificação de solos é baseado segundo vários critérios e conceitos, além do mais, trata-se de um sistema rico em relação aos conteúdos pertinentes para identificação dos solos brasileiros. Vale ressaltar que para sugestão de plantio e manejo agrícola tais pontos são cruciais para o sucesso da produtividade agrícola, visto que o tipo de solo influencia na adaptação da cultura. No entanto, como proceder para determinação da classe de um solo? Como ocorre a sua taxonomia?

A identificação das características do solo tem como um dos principais objetivos a sua classificação, onde, após serem descritos e caracterizados, os solos passam a ser classificados conforme critérios e características definidas como diagnósticas (IBGE, 2015).



## Exemplificando

A classificação de solos tem grande contribuição para fins de manejo de propriedades rurais, onde cada classe apresenta características específicas como textura, presença ou não de cascalhos, quantidade de alumínio, entre outras. Embora os solos apresentem grande aparato de características em relação ao seu uso agrícola, é difícil generalizar suas qualidades e limitações.

Utilizando o Argissolo como exemplo, de modo geral, pode-se dizer que são suscetíveis à erosão quando apresentam gradiente textural mais acentuado (textura arenosa/média), presença de cascalhos e relevo mais declivoso, sendo nestas condições não recomendados para implantação de culturas (são viáveis em áreas de relevo plano ou suavemente ondulados). Porém, ainda são viáveis para fins de pastagem, reflorestamento e área de preservação permanente, visto que apresentam fertilidade química predominantemente baixa (SANTOS *et al.*, [s.d.]).

Sendo assim, no primeiro nível categórico (ordens), como já estudamos anteriormente, os nomes são constituídos pela associação de um elemento formativo com a terminação “**ssolo**”, buscando representar uma característica específica que contribui com sua memorização (Quadro 4.2). Já as nomenclaturas do 3º e 4º níveis categóricos são descritas preferencialmente com o sufixo “**ico**” no fim do nome, como exemplo: Lato**ssolo** Vermelho distro**férico**.

Quadro 4.2 | Elementos formativos e significado dos nomes das classes

Classes	Elemento formativo	Termos de conotação e memorização
ARGISSOLO	ARGI – “argila” processo de acumulação de argila	Acumulação de argila Tb ou Ta; Horizonte B textural
CAMBISSOLO	CAMBI - “cambiare” (trocar-mudar) solos em transformação	Horizonte B incipiente
CHERNOSSOLO	CHERNO - tem origem da palavra russa “ <i>cherniy</i> ” que significa preto, e faz referência a coloração da matéria orgânica	Presença de matéria orgânica
ESPODOSSOLO	ESPODO – “ <i>spodos</i> ” vem de cinza vegetal, acumulação iluvial de matéria orgânica associada a presença de alumínio	Horizonte B espódico
GLEISSOLO	GLEI “Glei” excesso de água	Horizonte glei

LATOSSOLO	LATO “Lat” material muito alterado (intemperizado)	Horizonte B latossólico
LUVISSOLO	LUVI – “luere” tem a origem do latim “lavar”, significa a translocação de argila	Horizonte B textural com alta saturação de bases
NEOSSOLO	NEO – Novo, pouco desenvolvimento pedogenético	Pouco desenvolvido
NITOSSOLO	NITO – significa brilhante, de superfícies brilhantes nas unidades estruturais	Horizonte B nítrico
ORGANOSSOLO	ORGANO – pertinente do composto carbono, solos com maior expressão orgânica	Horizonte H ou O
PLANOSSOLO	PLANO – solos que se desenvolvem em planícies ou depressões e possuem encharcamento estacional	Horizonte B plânico
PLINTOSSOLO	PLINTO <i>plinthos</i> que se referem a materiais argilosos que endurecem ao ar	Horizonte B plíntico
VERTISSOLO	VERTI - “vertere” (invertido) de movimento de material solto na superfície e que atinge a subsuperfície por meio da expansão/contração	Horizonte vértico

Fonte: adaptado de Santos *et al.* (2018, p. 104) e Jacomine (2009, p. 167).

A grafia das denominações das classes de solos pode ser realizada de duas formas: a primeira se refere à utilização em fichas de descrição morfológica de perfis de solos e em legendas de mapas e a segunda é utilizada em textos corridos de livros, artigos, revistas, trabalhos acadêmicos, entre outros.

Portanto, segundo Santos *et al.* (2018), em tabelas de descrição de perfis e listagem de legendas de mapas e relatórios de solos, o padrão é que as classes dos 1º e 2º níveis categóricos (ordem e subordem, respectivamente) sejam grafadas em caixa alta. Quando a classificação ocorrer até o 3º nível (grandes grupos), esta deve apresentar apenas a primeira letra maiúscula, e no 4º nível categórico (subgrupos) os nomes devem ser escritos com todas as letras minúsculas.

Na escrita de classes de solos do SiBCS, em publicações nacionais e internacionais, em textos corridos e também em tabelas e semelhantes, as classes de 1º, 2º e 3º níveis categóricos devem ser escritas com letra minúscula com a inicial maiúscula, e, quando escritas no 4º nível categórico, todas as letras devem ser minúsculas.



## Exemplificando

Diante do exposto, podemos exemplificar a nomenclatura da classe de solos até o 4º nível categórico de duas maneiras distintas:

### a) Descrição morfológica de perfis de solos e em legenda de mapas:

ARGISSOLO ACINZENTADO Eutrófico abréptico

### b) Texto em publicações, incluindo tabelas e semelhantes:

Argissolo Acinzentado Eutrófico abréptico

A nomenclatura no 5º nível categórico (família) deve seguir a seguinte sequência de características na designação de classe, como: grupamento textural; subgrupamento textural; distribuição de cascalhos, nódulos e concreções no perfil; constituição esquelética do solo; tipo de horizonte A (que não tenha sido utilizado em outros níveis categóricos); saturação por bases; saturação por alumínio (álico); mineralogia; determinação da fração argila, teor de óxidos de ferro e propriedades ândicas. Por fim, a nomenclatura do solo até o quinto nível categórico é formada adicionando-se ao nome de subgrupo os qualitativos pertinentes, com letra minúscula e separadas por vírgulas (SANTOS *et al.*, 2018). A vírgula é utilizada para separar a nomenclatura a nível de família, uma vez que, dentro do 4º nível, podem existir até 3 qualitativos, como exemplo: **Latossolo Bruno Distrófico nitossólico húmico, com caráter retrátil.**



## Assimile

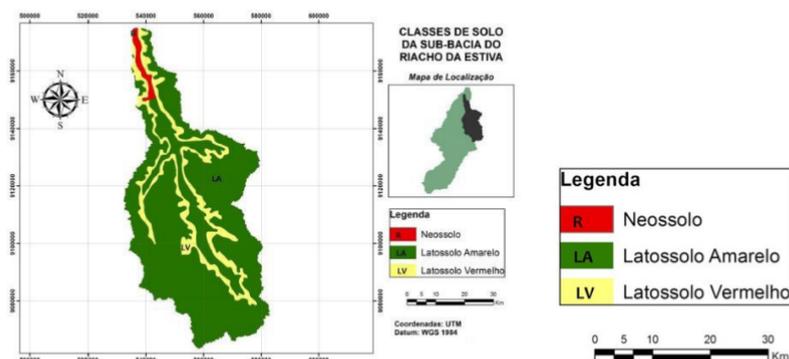
O sexto nível categórico intitulado “série”, embora não seja bem definido, é considerado um dos mais homogêneos do sistema. A definição nesse nível se refere a características relacionadas ao crescimento das plantas, especificamente relacionada ao crescimento radicular, nas relações solo-planta e em propriedades que são importantes para fins de engenharia e geotecnia. Na nomenclatura das séries geralmente são utilizados nomes próprios, como em lugares onde a série foi definida pela primeira vez. Para diferenciar classes no 6º nível, tem-se: tipo, espessura e sequência de horizontes, estrutura, drenagem interna do perfil, consistência, teor de matéria orgânica, entre outros. Contudo, tanto o quinto nível quanto o sexto nível são utilizados em levantamentos detalhados (IBGE, 2007; SANTOS *et al.*, 2018).

Em suma, para cada classe de solos são utilizados símbolos para fins de padronização de legendas em mapas de todo o país, uniformizando também

a notação de classes de solos para todos os usuários do sistema. Dessa forma, o SiBCS, seguindo o mesmo princípio adotado para grafia da nomenclatura dos níveis, como visto anteriormente para taxonomia do 1º e 2º níveis, utiliza letras maiúsculas e, para o 3º nível, letra minúscula.

Contudo, o sistema de classificação dos solos brasileiros dispõe de diversos símbolos que caracterizam as classes de solos nos diferentes níveis, como pode ser verificado no exemplo a seguir, por meio da legenda e da simbologia demonstradas em um mapa de solos (Figura 4.10).

Figura 4.10 | Mapa de solos com destaque para legenda



Fonte: Franca *et al.* (2016).

Desse modo, no SiBCS é possível encontrar cada classe de solo relacionada a sua respectiva letra, assim, as legendas de mapa de solos ficam expostas de maneira abreviadas, permitindo fácil compreensão do leitor. Portanto, cada termo do nível categórico está relacionado a um símbolo específico, como podem ser verificados por meio de alguns exemplos no quadro a seguir (Quadro 4.3).

Quadro 4.3 | Símbolos para classes de solos no 1º, 2º e 3º níveis categóricos

1º nível	2º nível	3º nível
C – CAMBISSOLO	A – AMARELO	a – Alumínico
E – EPODOSSOLO	AC - ACIZENTADO	af – Alumínioferrico
F – PLINTOSSOLO	B – BRUNO	b – Argila de atividade baixa
G – GLEISSOLO	BAC -BRUNO-ACIZENTADO	c – Concrecionário
L – LATOSSOLO	C – CRÔMICO	d – Distrófico
M – CHERNOSSOLO	E – EBÂNICO	df – Distroférico

N – NITOSSOLO	F – PÉTRICO	e – Eutrófico
O – ORGANOSSOLO	G – HIDROMÓRFICO	f – Férrico
P – ARGISSOLO	H – HÚMICO	ef – Eutroférico
R – NEOSSOLO	I – HÍSTICO	g – Hidromórfico
S – PLANOSSOLO	Q – QUARTZARÊNICO	h – Húmico
T – LUVISSOLO	V – VERMELHO	i – Hístico
V – VERTISSOLO	X – HÁPLICO	v – Argila de atividade alta

Fonte: adaptado de Santos *et al.* (2018).

Observe outros exemplos acerca da simbologia utilizada em mapas:

**Exemplo 1 (até o 2º nível categórico) – PAC**

Significado: ARGISSOLO ACINZENTADO, onde o “P” representa Argissolo e “AC” Acizentado.

**Exemplo 2 (até o 3º nível categórico) – LVd**

Significado: LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos, onde o “L” representa Latossolo, “V” vermelho e “d” distrófico.

A chave de classificação de solos é organizada segundo os seis níveis categóricos anteriormente citados (ordens, subordens, grandes grupos, subgrupos, família e série). Como o quinto e sexto nível categórico ainda se encontram em discussão, atualmente o solo pode ser classificado até o quarto nível categórico, conforme a chave de classificação dos solos (SiBCS).

Desse modo, a chave contém definições simplificadas das Ordens, permitindo identificar as diferenças entre as mesmas. No entanto, a definição completa pode ser verificada no terceiro capítulo do SiBSC (SANTOS *et al.*, 2018), onde os usuários podem consultar para o perfeito entendimento da classe identificada na chave.

Para classificação do solo no 1º primeiro nível categórico, deve-se seguir uma sequência de análises, que ao somarem diversas características contribuem para definir determinada classe.



## Exemplificando

Acompanhe abaixo como funciona a sequência da análise de uma chave simplificada:

Quadro 4.4 | Funcionamento da sequência da análise de uma chave simplificada

ORDEM	DEFINIÇÃO	SUBORDENS
<b>Siga a sequência na qual as ordens e subordens são apresentadas nesta tabela.</b>		
<b>ORGANOSSOLO (O)</b>	Solos com horizonte orgânico (O ou H), sendo que O ou H tem espessura mínima de 40 cm (ou 20 cm se estiver sobre R).	<b>ORGANOSSOLO TIOMÓRFICO (OJ):</b> Possui horizonte sulfúrico.
		<b>ORGANOSSOLO FÓLICO (OO):</b> Possui horizonte O histórico.
		<b>ORGANOSSOLO HÁPLICO (OX):</b> Não se enquadra nos anteriores.
<b>NEOSSOLO (R)</b>	Solos sem horizonte B diagnóstico, e sem horizonte glei, plíntico ou vértico.	<b>NEOSSOLO LITÓLICO (RL):</b> Sequência A-R ou A-C, com rocha (R) dentro de 50 cm da superfície;
		<b>NEOSSOLO FLÚVICO (RY):</b> Possui o atributo diagnóstico "caráter flúvico";
		<b>NEOSSOLO REGOLÍTICO (RR):</b> Sequência A-C-R com rocha em profundidade >50 cm da superfície;
		<b>NEOSSOLO REGOLÍTICO (RR):</b> Sequência A-C com textura areia ou areia franca.
<b>VERTISSOLO (V)</b>	Solos com horizonte vértico.	<b>VERTISSOLO HIDROMÓRFICO (VG):</b> Também possui horizonte glei;
		<b>VERTISSOLO EBÂNICO (VE):</b> Possuem atributo diagnóstico "caráter ebânico";
		<b>VERTISSOLO HÁPLICO (VX):</b> Não se enquadra nos anteriores.
<b>ESPODOSSOLO (E)</b>	Solos com B-espódico.	<b>ESPODOSSOLO HUMILÚVICO (EK):</b> Possui principalmente horizontes Bh <u>ou</u> Bhm;
		<b>ESPODOSSOLO FERRILÚVICO (ES):</b> Possui principalmente horizontes Bs <u>ou</u> Bsm;
		<b>ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO (ESK):</b> Não se enquadra nos anteriores.

Fonte: Santos *et al.* (2013 *apud* LIMA, 2018).

Vejamos as premissas que são usadas para definir os solos no 1º nível categórico.

- 1) Solos com **horizonte hístico** atendendo alguns dos critérios de espessura: **20 cm** ou mais, quando sobrejacente a um contato lítico ou camada formada por cascalho, ocupando 90% ou mais em volume; **40 cm** ou mais, contínuo nos primeiros 80 cm a partir da superfície; **60 cm ou mais** se 75% ou mais do volume do horizonte for formado de tecido vegetal, como restos de ramos e raízes, com exceção de parte vivas. **Organossolos**.

- 2) Outros solos que não possuem horizonte B, que por sua vez satisfazem os seguintes requisitos: **ausência de horizonte glei** de 50 cm a partir da superfície (com exceção de solos de textura areia e areia franca); ausência de horizonte plântico nos 40 cm a partir da superfície; ausência de horizonte vértico imediatamente abaixo de horizonte A; horizonte A chernozêmico, quando presente, não deve estar conjugado com o caráter carbônico e/ou horizonte cálcico. **Neossolos**.
- 3) Outros solos com relação textural insuficiente para identificar um B textural e que apresentam horizonte vértico dentro dos primeiros 100 cm a partir da superfície, devendo, portanto, atender alguns critérios, como: teor de argila no mínimo  $300 \text{ g Kg}^{-1}$  de solo; fendas verticais no período seco com pelo menos 1 cm de largura; horizonte petrocálcico ou duripã dentro dos primeiros 30 cm; entre outras. **Vertissolo**.
- 4) Outros solos que apresentam horizonte B espódico logo abaixo dos horizontes E ou A. **Espodossolos**.
- 5) Outros solos que são constituídos com **horizonte B plânico**, e que não coincidem com o horizonte plântico (sem caráter sódico), logo abaixo de horizonte A ou E. **Planossolos**.
- 6) Outros solos que apresentam **horizonte glei**, iniciando-se dentro de 50 cm a partir da superfície ou a profundidade maior que 50 cm e menor ou igual a 150 cm, na condição que esteja subjacente a horizontes A ou E, ou a horizonte Hístico com menos de 40 cm de espessura, sem horizonte plântico, concrecionário ou litoplântico dentro de 200 cm a partir da superfície ou outro horizonte diagnóstico acima do horizonte glei. **Gleissolos**.
- 7) Outros solos que apresentam horizonte B latossólico logo abaixo do horizonte A. **Latossolos**.

Caros alunos, os exemplos citados anteriormente servem para auxiliá-lo a entender como funciona o uso da chave de classificação de solos, desse modo, podemos observar que para determinação das classes é necessário se atentar a vários quesitos que foram vistos nas unidades anteriores, como os atributos diagnósticos e horizontes superficiais e subsuperficiais.



### Pesquise mais

No artigo indicado a seguir, trata da classificação de solo, onde os pedons foram identificados até o 4º nível categórico. No trabalho, os autores classificaram os pedons na subordem dos Cambissolos Húmicos, no entanto, ocorreram variações expressivas dos atributos físicos e químicos, apesar de se enquadrarem em um mesmo nível categórico do SiBCS. Desse modo, foram utilizadas técnicas estatísticas multivariadas

de análises para que pudessem indicar a pertinência de agrupá-los em níveis diferentes que poderiam corresponder às séries de solos.

SANTOS, P. G. dos *et al.* Agrupamento de pedons de cambissolos húmicos com base em atributos físicos e químicos utilizando a estatística multivariada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 2, p. 350-360, 2015.

Na relação classificação do solo/manejo devem ser levadas em consideração diversas condições como geomorfológicas, pedológicas, de uso e cobertura vegetal, e que, por sua vez, interferem no desenvolvimento e produção sustentáveis dos plantios. Portanto, diante destes termos, a classificação do solo auxilia, por exemplo, na identificação da ocorrência de solos em ambientes de baixa fragilidade ambiental, e que, por sua vez, são propícios à mecanização agrícola (podemos citar os Latossolos e Argissolos como exemplo), sendo também recomendados para agricultura intensiva. Como desvantagem, esses solos apresentam algumas limitações para seu uso agrícola, devido apresentar fertilidade natural moderada, o que pode ser corrigido com proposta de adubação adequada (JARBAS *et al.*, [s.d.]).

Nesta seção aprendemos sobre a simbologia e questões da chave de solos para fins de classificação em classes, mas o que seria caracterização pedológica?

Esse termo se refere praticamente a todos quesitos que foram abordados, visto que a caracterização pedológica consiste na caracterização de um perfil de solo ou de pedon. Desse modo, segundo Batista, Paiva e Marcolino (2018), pode ser dividida em algumas etapas, como: exame e descrição morfológica de perfis; coleta de amostra de solos; análise laboratorial para determinação dos atributos e interpretação dos resultados para fins de classificação dos solos. A classificação pode ser um estudo pontual de um único perfil de solo ou de perfis de topossequências para fins, por exemplo, de estudo de gênese de solo.

Outro fator importante da caracterização pedológica se refere da mesma em fornecer subsídios para realização de correlações, como a capacidade produtiva, estágio de desenvolvimento dos solos, condições de degradação/recuperação, além da classificação taxonômica dos solos para diversos fins.

Caro aluno, espero que tenha se dedicado aos estudos da classificação dos solos. Até a próxima!

Caro aluno, chegamos ao ponto de responder aos questionamentos que foram propostos, portanto, fique atento!

Você é engenheiro agrônomo e foi realizar o diagnóstico da área agrícola de um produtor rural, assim, você verificou que a fazenda de pasto apresentava sinais de degradação, principalmente pela falta de manejo do solo. Notou que a atividade agropecuária é desenvolvida conforme o sistema extensivo, onde os animais são deixados livres em grandes áreas de pasto, sem um devido controle da sua alimentação, diferente da pecuária intensiva, onde ocorre maior uso de tecnologia e controle da nutrição animal. Sabendo que a propriedade apresenta Argissolos, qual a importância da identificação da classe dos solos em relação ao manejo? Os Argissolos são indicados para pastagem? Quais são as características desse solo? Quais propostas de manejos você indicaria para o produtor rural? Qual recomendação você daria em relação ao sistema de plantio a ser implantado, visto que o pecuarista não está fazendo o uso adequado de sua terra, contribuindo conseqüentemente com a degradação?

A classificação do solo exerce um importante papel na indicação de manejo de propriedades rurais, uma vez que a mesma fornece subsídios para realização de correlações, como a capacidade produtiva, estágio de desenvolvimento dos solos, condições de degradação/recuperação, além da classificação taxonômica dos solos para diversos fins.

Na relação classificação do solo/manejo devem ser levadas diversas condições como geomorfológicas, pedológicas, de uso e cobertura vegetal, e que, por sua vez, interferem no desenvolvimento e produção sustentáveis dos plantios.

Portanto, diante destes termos, a classificação do solo é importante no que se refere, por exemplo, à ocorrência de solos que existem em ambientes de baixa fragilidade ambiental e que, por sua vez, são propícios à mecanização agrícola (como os Argissolos, por exemplo), estando situados em relevo plano ou suavemente ondulado – desse modo, são solos recomendados para agricultura intensiva.

Os Argissolos são recomendados para uso de pastagem, reflorestamento e área de preservação permanente, visto que apresentam fertilidade química predominantemente baixa, o que seria inviável para grandes culturas que demandam muitos nutrientes, por exemplo. De modo geral, pode-se dizer que os Argissolos são bem suscetíveis à erosão quando apresentam gradiente textural mais acentuado (textura arenosa/média), presença de cascalhos e relevo mais declivoso, sendo não recomendados nestas condições para

implantação de culturas agrícolas. Porém, vale ressaltar que são viáveis em áreas de relevo plano ou suavemente ondulados.

Assim, é recomendado que o produtor utilize o sistema intensivo de produção, e não mais o extensivo, visto que dessa maneira irá otimizar a distribuição dos animais na área, contribuindo com a otimização da produtividade animal na pastagem, evitando também a degradação dos solos.

## Avançando na prática

# Etapas da caracterização pedológica

### Descrição da situação-problema

Você foi selecionado para realização de uma pesquisa visando encontrar a melhor solução para ecossistemas degradados. Desse modo, a primeira etapa do projeto baseou-se em realizar um diagnóstico em uma propriedade que trabalha, principalmente com grãos e pecuária. Portanto, você notou que os solos vêm sendo degradados pelo fato de as atividades agropecuárias serem realizadas em larga escala, o que, por sua vez, têm causado a redução das áreas de vegetação nativa, sobretudo nas margens dos rios, assoreando o corpo hídrico e desenvolvendo processos erosivos. Nesse contexto, a primeira etapa do seu trabalho será realizar a devida identificação dos solos, com intuito de indicar as melhores culturas para fins de recuperação das áreas degradadas. No entanto, quais etapas de classificação dos solos deverão constar em seu plano de trabalho? Como a classificação poderia auxiliar na melhoria da qualidade e disponibilidade hídrica?

### Resolução da situação-problema

Você deverá especificar em seu projeto que a caracterização pedológica é formada pela caracterização de um perfil de solo ou de pedon, desse modo, pode ser dividida em algumas etapas, como: exame e descrição morfológica de perfis; coleta de amostra de solos; análise laboratorial para determinação dos atributos; e interpretação dos resultados para fins de classificação dos solos. Além do mais, a classificação pode ser um estudo pontual de um único perfil de solo ou de perfis de topossequências de solos para fins, por exemplo, de estudo de gênese de solo.

A classificação é fundamental para sugerir as culturas adequadas nas margens dos rios, assim, a utilização de vegetação irá contribuir com o reflorestamento da área, evitando conseqüentemente o processo erosivo, proporcionando também a manutenção da disponibilidade hídrica.

1. O manejo com as plantas de cobertura, leguminosas e brassicáceas, e o cultivo de milho e soja possuem a capacidade de aumentar o teor de matéria orgânica nos solos, como constatado em um estudo de um **Latossolo Vermelho Eutroférico**. Assim, após o uso de plantas de cobertura, houve incremento no teor de carbono e alteração no teor de ácidos fúlvicos, o que consequentemente contribui com aspectos de fertilidade do solo (ROSA *et al.*, 2017).

Marque a alternativa que se refere ao símbolo do solo citado no texto base.

- a) LXe.
- b) LVf.
- c) LVef.
- d) LVAf.
- e) LXef.

2. O solo tem como função sustentar às plantas, agindo também como armazenador de água, além de ser filtro natural de poluentes. Desse modo, não só conhecer as funções do solo mas também fazer a sua correta identificação é essencial para recomendar as culturas agrícolas adequadas com o tipo de solo, bem como propostas de manejo.

Diante do exposto no texto-base, marque a alternativa correta sobre a taxonomia de solos:

- a) A classificação de solos pode ser identificada até o segundo nível categórico.
- b) A chave de classificação de solos é organizada em sete níveis categóricos.
- c) Em legendas de mapas e relatórios de solos as classes dos 1º e 2º níveis categóricos são grafadas em caixa alta.
- d) Quando a classificação ocorrer até o 3º nível a escrita, deve ocorrer com todas as letras maiúsculas.
- e) No 4º nível categórico os nomes devem ser escritos com todas as letras maiúsculas.

### 3. Correlacione a coluna A com a coluna B.

#### Coluna A

- (1) Solos com horizonte hístico atendendo alguns dos critérios de espessura: 20 cm ou mais, quando sobrejacente a um contato lítico ou camada formada por cascalho, ocupando 90% ou mais em volume; 40 cm ou mais, contínuo nos primeiros 80 cm a partir da superfície; 60 cm ou mais, se 75% ou mais do volume do horizonte for formado de tecido vegetal, como restos de ramos e raízes, com exceção de parte vivas.
- (2) Outros solos que não possuem horizonte B, que por sua vez satisfazem os seguintes requisitos: ausência de horizonte glei de 50 cm a partir da superfície (com exceção de solos de textura areia e areia franca); ausência de horizonte plântico nos 40 cm a partir da superfície; ausência de horizonte vértico imediatamente abaixo de horizonte A; horizonte A chernozêmico, quando presente, não deve estar conjugado com o caráter carbônico e/ou horizonte cálcico.
- (3) Outros solos com relação textural insuficiente para identificar um B textural e que apresentam horizonte vértico dentro dos primeiros 100 cm a partir da superfície, devendo, portanto, atender alguns critérios, como: teor de argila no mínimo 300 g Kg<sup>-1</sup> de solo; fendas verticais no período seco com pelo menos 1 cm de largura; horizonte petrocálcico ou duripã dentro dos primeiros 30 cm; entre outras.

#### Coluna B

( ) Organossolos.

( ) Vertissolos.

( ) Neossolos.

Assinale a opção que contém a sequência correta.

- a) 2, 1 e 3.
- b) 3, 2 e 1.
- c) 1, 2 e 3.
- d) 3, 1 e 2.
- e) 1, 3 e 2.

## Referências

- ADORNO, H. A. *et al.* Aptidão agrícola do município de Santa Lúcia – SP. **Revista Conhecimento Online**, v. 9, n. 2, p. 51-65, 2017.
- ALMEIDA, E. de P. C.; ZARONI, M. J.; SANTOS, H. G. dos. **Solos Tropicais**. [s.d.]. Disponível em: <https://goo.gl/ydKuUr>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- ANDERSON, P. S. **Princípios de cartografia básica**. 1982. 83 p. Edição do autor. Disponível em: <https://goo.gl/gPDqgE>. Acesso em: 18 dez. 2018.
- BATISTA, M. de A.; PAIVA, D. W. de; MARCOLINO, A. **Solos para todos: perguntas e respostas**. 2. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2018.
- CARVALHO, E. A. de; ARAÚJO, P. C. de. **Leituras cartográficas e interpretações estatísticas I: geografia**. Natal, RN: EDUFRRN, 2008. 248 p.
- COELHO, M. R. *et al.* Solos: tipos, suas funções no ambiente, como se formam e sua relação com o crescimento das plantas. In: MOREIRA, F. M. S. *et al.* **O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal**. Lavras, MG: UFLA, 2013, cap. 3. p. 45-62.
- COELHO, M. R. *et al.* Levantamento pedológico detalhado (1:5.000) da Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Tatuí (APTA sudoeste paulista, SAA-SP). **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Embrapa**, Rio de Janeiro, v. 21, p. 1-168, 2003.
- DALMOLIN, R. S. D. *et al.* Relação entre as características e o uso das informações de levantamentos de solos de diferentes escalas. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p. 1479-1486, 2004.
- DALMOLIN, R. S. D.; TEN CATEN, A. **Investigación Agraria**, v. 17, n. 2, p. 77-86, 2015. Disponível em: <https://goo.gl/mbd5pB>. Acesso em: 17 de dez. 2018.
- DEMATTÊ, J. A. **Caracterização e espacialização do meio físico, como base para o planejamento do uso da terra**. Piracicaba: ESALQ, 2017. p. 208. Disponível em: <https://goo.gl/XDZqLz>. Acesso em: 11 nov. 2018.
- DENT, D.; YOUNG, A. **Soil survey and land evaluation**. London: Allen & Unwin, 1981. 278 p.
- DONAGEMA, G. K. *et al.* (Org.). **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p. (Embrapa Solos. Documentos, 132).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos ganha versão eletrônica gratuita**. 2018. Disponível em: <https://goo.gl/NzKS3S>. Acesso em: 28 dez. 2018.
- FALAT, D. R.; BONATTO, S. M. P. **Definição de cores para geração de mapas temáticos**. [s.d.]. Disponível em: <https://goo.gl/twNQjS>. Acesso em: 26 dez. 2018.
- FRANCA, L. C. de J. *et al.* Elaboração de Carta de Risco de Contaminação por Agrotóxicos para a Bacia do Riacho da Estiva, Brasil. **Floresta Ambiente**, v. 23, n. 4, p. 463-474, 2016. Disponível em: <https://goo.gl/p6Lk11>. Acesso em: 28 dez. 2018.

FRANCHIN, M. F. *et al.* Uso da agricultura de precisão na correção da fertilidade do solo. **Synergismus científica**. UTFPR, v. 4, n. 1, 2009. Disponível em: <https://goo.gl/DfJjWj>. Acesso em: 25 dez. 2018.

FREITAS, D. A. F. de *et al.* Índices de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso e manejo florestal e cerrado nativo adjacente. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 43, n. 3, p. 417-428, 2012.

GLOBO RURAL. **Paraná dá início a projeto nacional de mapeamento de solos e vegetação**. 2018. Disponível em: <https://goo.gl/5rYMJY>. Acesso em: 18 nov. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual Técnico de Pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 430 p. Disponível em: <https://goo.gl/Vdgmun>. Acesso em: 5 nov. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de pedologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 323 p. (IBGE. Manuais Técnicos em Geociências, 04).

JACOMINE, P. K. T. A nova classificação brasileira de solos. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, Recife, vols. 5 e 6, p.161-179, 2008-2009. Disponível em: <https://goo.gl/PLAaTp>. Acesso em: 23 jan. 2019.

JARBAS, T. *et al.* [s.d.] **Solos**. Disponível em: <https://goo.gl/13zKez>. Acesso em: 4 dez. 2018.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de texto, 2010.

LIMA, M. R. de. **Formação e caracterização do solo**. 2018. Disponível em: <https://goo.gl/Z9dJyq>. Acesso em: 2 jan. 2019.

MARTINS NETO, F. M.; ALVES, M. O. **Geoprocessamento e sensoriamento remoto**. Londrina, Editora e Distribuidora educacional S.A., 2018. 200 p.

MIGUEL, P. S. B. *et al.* Efeitos tóxicos do alumínio no crescimento das plantas: mecanismos de tolerância, sintomas, efeitos fisiológicos, bioquímicos e controles genéticos. **CES Revista**, v. 24, p. 13-29, 2010.

MOTTA, T. O. **Área mínima mapeável: qualidade da cartografia ambiental**. Dissertação (Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Bahia, 2010. 80 f.

PRADO, H. de. **Classificação dos solos**. [s.d.]. Disponível em: <https://goo.gl/1U3txp>. Acesso em: 26 dez. 2018.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 2002. 552 p.

REETZ, H. F. **Fertilizantes e o seu uso eficiente**. Tradução Alfredo Scheid Lopes. São Paulo: ANDA, 2017. 178 p. Disponível em: <https://goo.gl/Mkf3sn>. Acesso em: 26 dez. 2018.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para regiões tropicais**.

Campinas: EMBRAPA, 2010. 30 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8).

ROSA, D. M. *et al.* **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 2, p. 221-230, 2017. Disponível em: <https://goo.gl/VPDbLP>. Acesso em: 1 dez. 2018.

SAMPAIO, E. **O solo e suas funções**. 2004. Disponível em: <https://goo.gl/pNnvUn>. Acesso em: 8 nov. 2018.

SANTOS, H. G. dos *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. *E-book*. Disponível em: <https://goo.gl/ggQJ22>. Acesso em: 19 dez. 2018.

SANTOS, H. G. dos; FIDALGO, E. C. C.; ÁGLIO, M. L. D. **Solo**. [s.d.] Disponível em: <https://goo.gl/TctDyK>. Acesso em: 30 dez. 2018.

SANTOS, H. G. dos; ZARONI, M. J.; ALMEIDA, E. de P. C. **Latossolos Amarelos**. Disponível em: <https://goo.gl/dqasZ2>. Acesso em: 15 dez. 2018.

SILVA, E. A. *et al.* Uso de Imagens Orbitais no Geoprocessamento Algébrico da Microrregião da Campanha Ocidental, Rio Grande do Sul. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 3, p. 277-285, 2014.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. **Latossolos**. Disponível em: <https://goo.gl/ddJMr3>. Acesso em: 16 dez. 2018.

TESKE, R.; GIASSON, E.; BAGATINI, T. Produção de um mapa pedológico associando técnicas comuns aos mapeamentos digitais de solos com delineamento manual de unidades de mapeamento. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 4, p. 950-959, 2015. Disponível em: <https://goo.gl/46MV8w>. Acesso em: 18 dez. 2018.

TÔSTO, S. G. *et al.* **Geotecnologias e Geoinformação: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2014. 248 p. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).





ISBN 978-85-522-1464-9



9 788552 214649 >