MANUAIS TÉCNICOS EM GEOCIÊNCIAS





Manual Técnico de Pedologia

3ª edição



Presidenta da República **Dilma Rousseff**

Ministro do Planejamento, Orçamento e Gestão **Nelson Barbosa**

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE

Presidenta

Wasmália Bivar

Diretor-Executivo Fernando J. Abrantes

ÓRGÃOS ESPECÍFICOS SINGULARES

Diretoria de Pesquisas Roberto Luís Olinto Ramos

Diretoria de Geociências Wadih João Scandar Neto

Diretoria de Informática

Paulo César Moraes Simões

Centro de Documentação e Disseminação de Informações David Wu Tai

Escola Nacional de Ciências Estatísticas Maysa Sacramento de Magalhães

UNIDADE RESPONSÁVEL

Diretoria de Geociências

Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais **David Montero Dias**

Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE Diretoria de Geociências Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais

Manuais Técnicos em Geociências número 4

Manual Técnico de Pedologia

3ª edição

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

Av. Franklin Roosevelt, 166 - Centro - 20021-120 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

ISSN 0103-9598 Manuais técnicos em geociências
Divulga os procedimentos metodológicos utilizados
nos estudos e pesquisas de geociências.

ISBN 978-85-240-4359-8 (meio impresso)

© IBGE. 1^a edição 1994 2^a edição 2007 3^a edição 2015

Elaboração do arquivo PDF

Roberto Cavararo

Produção de multimídia

LGonzaga Márcia do Rosário Brauns Mônica Pimentel Cinelli Ribeiro Roberto Cavararo

Capa

Ubiratã O. dos Santos/Marcos Balster Fiore - Coordenação de *Marketing*/Centro de Documentação e Disseminação de Informações - CDDI

Manual técnico de pedologia / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. - 3. ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2015. 430 p. - : il. - (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598;

Acompanha um CD-ROM, em bolso. Inclui bibliografia. ISBN 978-85-240-4359-8

Solos - Brasil. 2. Solos - Classificação.
 Solos - Composição.
 Levantamentos de solo - Brasil. I. IBGE.
 Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. II. Série.

Gerência de Biblioteca e Acervos EspeciaisCDU631.4(81)GEORJ//BGE/2015-19GEO

Impresso no Brasil/Printed in Brazil

Sumário

_				-		~	
<i>^</i>	n r	~~	\sim	•	~	•	$\overline{}$
м	u	es			aı	·a	u
	г.		•		•••	•	_

Introdução

Pequeno histórico da pedologia no Brasil

Parte 1 O Solo

- 1.1 Caracterização morfológica e descrição dos solos
- 1.1.1 Caracterização geral do solo
- 1.1.2 Conceito de solo
- 1.1.3 Formas de caracterização dos solos

1.1.4 Descrição morfológica de perfis de solos

- 1.1.4.1 Preparação da seção do perfil para exame, descrição e coleta
- 1.1.4.2 A descrição da morfologia dos perfis de solos

1.1.5 Nomenclatura de horizontes e camadas de solos

- 1.1.5.1 Definição de horizontes e camadas do solo
- 1.1.5.2 Definição de símbolos e sufixos de horizontes e camadas
- 1.1.5.3 Símbolos de horizontes e camadas
- 1.1.5.4 Sufixos de horizontes e camadas

1.1.6 Características morfológicas

1.1.6.1 Transição entre horizontes e camadas do solo



1.1.6.2 Profundidade e espessura dos horizontes e camadas
1.1.6.3 Cor
1.1.6.3.1 Determinação da cor do solo em campo
1.1.6.3.2 Mosqueados
1.1.6.3.3 Coloração variegada
1.1.6.4 Granulometria e textura
1.1.6.4.1 Determinação da textura em campo
1.1.6.5 Estrutura
1.1.6.5.1 Identificação dos tipos de estruturas
1.1.6.5.2 Graus de estrutura
1.1.6.5.3 Classes de estrutura
1.1.6.5.4 Descrição de estruturas associadas
1.1.6.6 Consistência
1.1.7 Outras características morfológicas
(ocorrência ocasional)
1.1.7.1 Cerosidade
1.1.7.1.1 Caracterização
1.1.7.1.2 Identificação em campo
1.1.7.2 Superfícies de compressão
1.1.7.2.1 Brilhantes
1.1.7.2.2 Foscas
1.1.7.3 Superfícies de fricção - Slickensides
1.1.7.3.1 Identificação em campo
1.1.7.4 Outros revestimentos
1.1.7.5 Cimentação
1.1.7.6 Coesão
1.1.7.7 Eflorescências
1.1.7.8 Nódulos e concreções minerais
1.1.7.9 Presença de minerais magnéticos
1.1.7.10 Presença de carbonatos
1.1.7.11 Presença de manganês
1.1.7.12 Presença de sulfetos
1.1.8 Outros aspectos a serem observados na descrição
dos solos
1.1.8.1 Atividade biológica
1.1.8.2 Classes de reação do solo
1.1.8.3 Profundidade
1.1.8.4 Raízes
1.1.8.5 Porosidade
1.1.8.6 Caracterização micromorfológica do solo
1.1.9 Registro das descrições de perfis de solos
1.1.9.1 Exemplo de apresentação da descrição de um perfil

de solo

1.2 Caracterização analítica e determinações de campo

4	2 1		00	1040	40	-	ostras	
		ΙА	CO	leta	ae	am	OSTras	

- 1.2.1.1 Amostras deformadas
- 1.2.1.1.1 Com utilização de trados
- 1.2.1.1.2 Em barrancos de estradas, similares ou trincheiras para fins de mapeamento
- 1.2.1.1.3 Em trincheiras
- 1.2.1.1.4 Em solos com elevados teores de matéria orgânica
- 1.2.1.2 Amostras indeformadas
- 1.2.1.2.1 Na forma de torrão
- 1.2.1.2.2 Com uso de anéis volumétricos
- 1.2.1.2.3 Para determinações micromorfológicas
- 1.2.1.3 Amostras de rochas
- 1.2.1.4 Para análise da qualidade da água para irrigação
- 1.2.1.4.1 Plano de amostragem inclui as seguintes etapas
- 1.2.1.4.2 Equipamentos necessários
- 1.2.1.4.3 Formas de coleta
- 1.2.1.4.4 A frequência e a posição de amostragem
- 1.2.1.5 Identificação das amostras de solos

1.2.2 Principais determinações e métodos de análises utilizados em levantamentos de solos no Brasil

- 1.2.2.1 Processamento das amostras
- 1.2.2.2 Determinações físicas
- 1.2.2.2.1 Composição da terra fina
- 1.2.2.2.2 Grau de floculação
- 1.2.2.2.3 Relação silte/argila
- 1.2.2.2.4 Densidade aparente (densidade do solo

ou global)

- 1.2.2.2.5 Densidade real (densidade de partículas)
- 1.2.2.2.6 Porosidade
- 1.2.2.2.7 Umidades extraídas a 1/10atm (0,01MPa), 1/3atm

(0,033MPa) e 15atm (1,5MPa)

- 1.2.2.3 Determinações químicas
- 1.2.2.3.1 pH em H₂O e KCl ou CaCl₂
- 1.2.2.3.2 Bases trocáveis
- 1.2.2.3.3 Acidez
- 1.2.2.3.4 Capacidade de troca de cátions (valorT)
- 1.2.2.3.5 Percentagem de saturação por bases (valor V)
- 1.2.2.3.6 Percentagem de saturação por alumínio

(valor m)

- 1.2.2.3.7 Percentagem de saturação por sódio
- 1.2.2.3.8 Fósforo assimilável
- 1.2.2.3.9 Carbono orgânico
- 1.2.2.3.10 Matéria orgânica
- 1.2.2.3.11 Micronutrientes (Zn, Cu, Fe e Mn)
- 1.2.2.3.12 Nitrogênio total



1.2.2.4 Determinações mineralógicas 1.2.2.4.1 Mineralogia da fração argila 1.2.2.4.2 Mineralogia das frações areias, calhaus e cascalhos 1.2.2.5 Determinações especiais 1.2.2.5.1 Textura com subfracionamento dos componentes areia e silte 1.2.2.5.2 Determinações em pasta saturada (extrato de saturação) 1.2.2.5.3 Ataque sulfúrico 1.2.2.5.4 Relações moleculares Ki (SiO₂/Al₂O₃), Kr (SiO₂/R₂O₃) e 1.2.2.5.5 Oxido de ferro livre (extraível) 1.2.2.5.6 Equivalente de CaCO₃ 1.2.2.5.7 Ponto de carga zero (PCZ) 1.2.2.5.8 Curvas de retenção de umidade 1.2.2.5.9 Constantes de Atterberg (ou limites de consistência do solo) 1.2.2.5.10 Condutividade hidráulica 1.2.2.5.11 Análises de agregados por via úmida 1.2.2.5.12 Caracterização de material orgânico 1.2.2.5.13 Análises da qualidade da água para irrigação 1.2.3 Apresentação dos resultados analíticos 1.2.3.1 Unidades de medida empregadas em levantamentos de solos 1.2.3.2 Expressão dos resultados 1.2.3.3 Unidades de medida empregadas em análises de avaliação da fertilidade 1.2.3.4 Formulário para apresentação de resultados analíticos 1.2.4 Determinações de campo 1.2.4 .1 Testes de infiltração 1.2.4 .2 Testes de condutividade hidráulica (drenabilidade)

Parte 2 Taxonomia e classificação dos solos

trado, em presença de lençol freático (pump-out)

trado, em ausência de lençol freático (pump-in)

1.2.4.3 Avaliação da qualidade da água para irrigação

2.1 Taxonomia de solos

2.1.1 Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS

1.2.4.2.1 Teste de condutividade hidráulica ou teste de furo de

1.2.4.2.2 Teste de condutividade hidráulica ou teste de furo de

2.1.1.1 Trajetória Evolutiva do SiBCS



2.1.1.2 A estrutura do SiBCS
2.1.1.2.1 1º Nível categórico- ORDENS
2.1.1.2.2 2º Nível categórico- SUBORDENS
2.1.1.2.3 3º Nível categórico- GRANDES GRUPOS
2.1.1.2.4 4º Nível categórico- SUBGRUPOS
2.1.1.2.5 5º Nível categórico- FAMÍLIAS
2.1.1.2.6 6º nível categórico - SÉRIES
2.1.1.3 Observações gerais sobre o emprego do SiBCS (nota dos editores)
2.1.1.4 Formas de grafia das denominações empregadas no SiBCS

2.2 A classificação dos solos

2.2.1 Critérios para distinção de classes de solos segundo o SiBCS

2.2.1.1 Atributos diagnósticos 2.2.1.1.1 Álico 2.2.1.1.2 Atividade da fração argila 2.2.1.1.3 Caráter ácrico 2.2.1.1.4 Caráter alítico 2.2.1.1.5 Caráter alumínico 2.2.1.1.6 Caráter argilúvico 2.2.1.1.7 Caráter carbonático 2.2.1.1.8 Caráter coeso 2.2.1.1.9 Caráter concrecionário 2.2.1.1.10 Caráter crômico 2.2.1.1.11 Caráter dúrico 2.2.1.1.12 Caráter ebânico 2.2.1.1.13 Caráter espódico 2.2.1.1.14 Caráter êutrico 2.2.1.1.15 Caráter flúvico 2.2.1.1.16 Caráter hipocarbonático 2.2.1.1.17 Caráter litoplíntico 2.2.1.1.18 Caráter plânico 2.2.1.1.19 Caráter plíntico 2.2.1.1.20 Caráter redóxico 2.2.1.1.21 Caráter retrátil 2.2.1.1.22 Caráter rúbrico 2.2.1.1.23 Caráter sálico 2.2.1.1.24 Caráter salino 2.2.1.1.25 Caráter sódico 2.2.1.1.26 Caráter solódico 2.2.1.1.27 Caráter sômbrico (do francês, sombre = escuro) 2.2.1.1.28 Caráter vértico 2.2.1.1.29 Cauliníticos, oxídicos e gibbsíticos 2.2.1.1.30 Contato lítico

2.2.1.1.31 Contato lítico fragmentário



2.2.1.1.32 Constituição esquelética 2.2.1.1.33 Constituição macroclástica 2.2.1.1.34 Descontinuidade litológica 2.2.1.1.35 Distribuição de cascalhos no perfil 2.2.1.1.36 Gradiente textural (argílico) 2.2.1.1.37 Grau de decomposição do material orgânico 2.2.1.1.38 Grupamentos texturais 2.2.1.1.39 Material mineral 2.2.1.1.40 Material orgânico 2.2.1.1.41 Material sulfídrico 2.2.1.1.42 Micáceo, anfibolítico, feldspático e silicoso 2.2.1.1.43 Mudança textural abrupta 2.2.1.1.44 Plintita 2.2.1.1.45 Petroplintita 2.2.1.1.46 Prefixos epi(...) e endo(...) 2.2.1.1.47 Relação Ki 2.2.1.1.48 Relação textural 2.2.1.1.49 Saturação por bases (eutrofia e distrofia) 2.2.1.1.50 Subgrupamentos de atividade da fração argila 2.2.1.1.51 Subgrupamentos de classes de textura 2.2.1.1.52 Teor de óxidos de ferro 2.2.1.2 Outros atributos 2.2.1.2.1 Autogranulação self-mulching 2.2.1.2.2 Gilgai 2.2.1.2. 3 Minerais alteráveis 2.2.1.2. 4 Relação silte/argila 2.2.1.3 Horizontes diagnósticos superficiais 2.2.1.3.1 Horizonte A antrópico 2.2.1.3.2 Horizonte A chernozêmico 2.2.1.3.3 Horizonte A fraco 2.2.1.3.4 Horizonte A húmico 2.2.1.3.5 Horizonte A moderado 2.2.1.3.6 Horizonte A proeminente 2.2.1.3.7 Horizonte hístico 2.2.1.4 Horizontes diagnósticos subsuperficiais 2.2.1.4.1 Horizonte B espódico 2.2.1.4.2 Horizonte B incipiente 2.2.1.4.3 Horizonte B latossólico 2.2.1.4.4 Horizonte B nítico 2.2.1.4.5 Horizonte B plânico 2.2.1.4.6 Horizonte B textural 2.2.1.4.7 Horizonte concrecionário 2.2.1.4.8 Horizonte glei 2.2.1.4.9 Horizonte litoplíntico 2.2.1.4.10 Horizonte plíntico 2.2.1.4.11 Horizonte vértico 2.2.1.5 Outros horizontes diagnósticos subsuperficiais



2.2.1.5.1 Duripã
2.2.1.5.2 Fragipã
2.2.1.5.3 Horizonte cálcico
2.2.1.5.4 Horizonte E álbico
2.2.1.5.5 Horizonte petrocálcico
2.2.1.5.6 Horizonte sulfúrico
2.2.1.6 Critérios para distinção de fases de unidades de
mapeamento
2.2.1.6.1 Fases de vegetação primária
2.2.1.6.2 Fases de relevo
2.2.1.6.3 Feições especiais de relevo
2.2.1.6.4 Fases de declividade
2.2.1.6.5 Fases de drenagem
2.2.1.6.6 Fases de pedregosidade
2.2.1.6.7 Fases de rochosidade
2.2.1.6.8 Fases erodida e assoreada
2.2.1.6.9 Fase de substrato

2.3 Principais solos do Brasil

2.4 Levantamentos de solos realizados no Brasil

Parte 3 Cartografia temática e levantamentos de solos

3.1 Cartografia temática

3.1.1 Critérios cartográficos empregados

- 3.1.1.1 Relacionados com a organização dos solos
- 3.1.1.1.1 O indivíduo solo
- 3.1.1.1.2 Pedon e polipedon
- 3.1.1.1.3 Perfil de solo
- 3.1.1.1.4 Classe de solo
- 3.1.1.1.5 Unidades taxonômicas
- 3.1.1.1.6 Unidades de mapeamento
- 3.1.1.2 Relacionados com a elaboração dos mapas
- 3.1.1.2.1 Escalas de mapas e cartas
- 3.1.1.2.2 Escala do material básico e de publicação
- 3.1.1.2.3 Área mínima mapeável
- 3.1.1.2.4 Representação cartográfica
- 3.1.1.2.5 Sistemas de projeções mais usuais e suas características

suas caracteristicas

3.1.2 Técnicas e procedimentos empregados em levantamentos de solos

- 3.1.2.1 Aerofotogrametria
- 3.1.2.2 Aerolevantamentos
- 3.1.2.3 Cobertura fotográfica
- 3.1.2.4 Fotograma



3.1.2.5 Fotointerpretação
3.1.2.6 Geoprocessamento
3.1.2.7 Posicionamento tridimensional por GPS
3.1.2.8 Restituição fotográfica
3.1.2.9 Sensoriamento remoto
3.1.3 Material cartográfico necessário
3.1.3.1 Base cartográfica
3.1.3.2 Sensores remotos
3.1.3.2.1 Classificação dos sensores remotos
3.1.3.2.2 Evolução e características dos sistemas sensores
3.1.3.2.3 Principais programas espaciais e sistemas sensores
em operação
3.1.3.2.4 Outros sensores (imagens) com alta resolução
espacial disponíveis no mercado
3.1.3.2.5 Produtos derivados de sensores remotos
3.1.3.2.6 Modelos Digitais de Elevação (MDEs)
3.1.3.2.7 Síntese conclusiva
3.2 Levantamentos de solos
3.2.1 Definição
3.2.2 Objetivos
3.2.3 Utilidades
3.2.4 Os diferentes níveis dos levantamentos de solos e suas
implicações
3.2.5 Os tipos de levantamentos e de mapas ou cartas
de solos
3.2.5.1 Levantamento exploratório 3.2.5.2 Levantamento de reconhecimento
3.2.5.3 Levantamento de reconhecimento 3.2.5.3 Levantamento semidetalhado
3.2.5.4 Levantamento detalhado
3.2.5.5 Levantamento detalinado
3.2.5.6 Trabalhos executados para fins específicos e trabalhos
complementares aos levantamentos convencionais
3.2.5.6.1 Estudos expeditos
3.2.5.6.2 Reuniões de Classificação e Correlação de Solos - RCCs
3.2.5.6.3 Levantamento utilitário do meio físico
3.2.5.6.4 Elaboração de projetos de manejo dos solos
The state of the s
3.2.6 Elaboração de levantamentos de solos

3.2.6.1 Introdução



3.2.6.2 Fotointerpretação ou interpretação preliminar de sensores remotos 3.2.6.3 Fotointerpretação ou interpretação definitiva de sensores remotos 3.2.6.4 Planejamento do trabalho de levantamento - escolha da escala e sensores adequados 3.2.6.5 Atividades de campo 3.2.6.6 Formas mais comuns para exame e coleta de solos no campo 3.2.6.6.1 Utilização de trados 3.2.6.6.2 Aproveitamento de barrancos de estradas ou de outro tipo de cavidade 3.2.6.6.3 Exame em trincheiras 3.2.6.7 Métodos de organização das investigações de campo (direcionamento dos trabalhos) 3.2.6.7.1 Levantamentos de áreas-piloto 3.2.6.7.2 Método de transeções ou transeptos 3.2.6.8 O processo de mapeamento em campo (identificação e estabelecimento de limites de unidades) 3.2.6.9 Densidade de observações 3.2.6.10 Frequência de amostragem 3.2.6.11 Informações adicionais que podem auxiliar os trabalhos de mapeamento 3.2.6.11.1 Feições ambientais 3.2.6.11.2 Particularidades dos terrenos e solos 3.2.6.12 Espécies vegetais indicadoras 3.2.6.13 Elaboração do mapa/carta final de solos 3.2.6.14 Relatório final 3.2.6.15 Critérios para elaboração de legenda de solos 3.2.6.16 Ordenação das classes de solos e dos tipos de terrenos

Referências

ocorrências

Apêndices

1 Ferramentas e equipamentos necessários para os trabalhos de campo

3.2.6.17 Simbologia sugerida para tipos de terrenos e outras

3.2.6.18 Cores para mapas/cartas de solos

2 Dados auxiliares

Lista de figuras

- 1 Exemplos de tipos de transição quanto à topografia
- 2 Exemplo de tomada de profundidades e espessuras para solos com ocorrência de lamelas
- 3 Esquema conceitual tridimensional do sistema de ordenação de cores de Munsell



- 4 Arranjamento de notações e padrões de cores em uma carta de cores para solos
- 5 Exemplos de percentuais de mosqueados
- 6 Triângulo textural: classes texturais da fração terra fina
- 7 Exemplos de tipos de estrutura
- 8 Classes de estrutura laminar e granular
- 9 Classes de estrutura em blocos angulares e subangulares
- 10 Classes de estrutura prismática
- 11 Classes de estrutura cuneiforme e paralelepipédica
- 12 Esquema e especificações para abertura de trincheiras
- 13 Exemplo de preenchimento de etiqueta
- 14 Formulário para apresentação de resultados analíticos
- 15 Representação da infiltração acumulada (IA) e da velocidade de infiltração (VI)
- 16 Esquema de adaptação de equipamento para escarificação
- de "paredes" internas do furo do trado
- 17 Esquema de montagem de equipamentos para teste *pump-out*
- 18 Esquema de organização de tambores para alimentação com água em teste *pump-in*
- 19 Gráfico de classificação das águas para irrigação
- 20 Guia para grupamentos de classes de textura
- 21 Guia para subgrupamento de classes de textura
- 22 Mapa de solos do Brasil
- 23 Principais ocorrências de Argissolos
- 24 Principais ocorrências de Cambissolos
- 25 Principais ocorrências de Chernossolos
- 26 Principais ocorrências de Espodossolos
- 27 Principais ocorrências de Gleissolos
- 28 Principais ocorrências de Latossolos
- 29 Principais ocorrências de Luvissolos
- 30 Principais ocorrências de Neossolos
- 31 Principais ocorrências de Nitossolos
- 32 Principais ocorrências de Planossolos
- 33 Principais ocorrências de Plintossolos
- 34 Principais ocorrências de Vertissolos
- 35 Diferentes formas de observação do solo (Foto a -

Tradagem; Foto b - Barranco; Foto c - Corte de estrada) em função da localização na paisagem (Foto d - Visão do terreno) para construção de mapas pedológicos

- 36 Exemplos de mapas de solos de uma mesma área, elaborados em escalas diferentes
- 37 Base cartográfica como apoio ao mapeamento temático.
- 38 Par estereoscópico de fotografias aéreas pancromáticas convencionais, com recobrimento de cerca 48% na linha de voo (hachuras em vermelho). Escala original 1: 30 000. Vale do Jequitinhonha MG



- 39 Aspecto de imagem do Satélite LandsatTM, composição colorida. Jaraguari MS
- 40 Aspecto de imagem do satélite SPOT
- 41 Aspecto de imagem de radar de visada lateral
- 42 Exemplo de obtenção de mapas dotados de informações em três dimensões, a partir da junção de imagem de satélite com dados de altimetria
- 43 Exemplos de mapas de solos elaborados em níveis diferenciados e utilizando sensores remotos diferentes
- 44 Carta em nível Exploratório de Solos da folha SD.21 Cuiabá, escala original 1:1 000 000
- 45 Exemplo de carta de reconhecimento de alta intensidade dos solos da folha SD.21-Y-B-II, escala original 1:100 000
- 46 Exemplo de Mapa Semidetalhado de Solos, elaborado para uma fazenda situada no Estado do Tocantins, escala original 1:10 000
- 47 Imagem de satélite com interpretação pedológica e locação dos pontos amostrais, para confecção do mapa de solos.
- 48 Mapa Detalhado de Solos da Fazenda Palmital. Goianira (GO).
- 49 Exemplo de traçados de caminhamento radial, em malhas e paralelo, elaborados para organizar as ações de investigações de campo
- 50 Imagem de satélite com os limites (linha branca) de uma área a ser levantada, com uma interpretação preliminar em vermelho e pontos para investigação de campo locados ao longo de estradas e caminhos (em azul)
- 51 Etapas da delimitação das unidades de mapeamento: Passo 1 = proceder à locação das estradas ou caminhos existentes; Passo 2 = após o reconhecimento dos solos em campo, fazer a separação dos padrões; Passo 3 = proceder à complementação do delineamento das unidades de mapeamento, estendendo as delimitações ao longo das estradas para as áreas não visitadas
- 52 Convenção de cores das classes de 1º e 2º níveis categóricos do SiBCS para mapas/cartas de solos (Sistemas RGB, CMYK e HSV)
- 53 Exemplos de percentual de área coberta
- 54 Ficha para descrição morfológica de solos no campo

Lista de fotos

- 1 Perfil de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico. Goiânia (GO).
- 2 *Stone line* (pedras subarredondadas) em solo transportado. Três Lagoas (MS).
- 3 Stone line (pedras angulosas) em perfil de LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico. Serra Talhada (PE)
- 4 Paleossolo recoberto por espessa camada de sedimentos. Petrópolis (RJ).



- 5 Equipe em atividade de descrição de perfil e coleta de amostras. Luiz Alves (GO).
- 6 Abertura e preparo de seção de solo para exame e coleta. Soledade (PB).
- 7 Limpeza de barranco para exame e coleta. Ponte Nova (MG).
- 8 Dimensões para a seção de exame.
- 9 Preparo do perfil em barranco para fotografia e exame.Poconé (MT).
- 10 Placa utilizada para identificação de perfis de solos em fotografias.
- 11 Exame e descrição de um perfil de solo. Chapada dos Guimarães (MT).
- 12 Exemplo de perfil com horizontes separados. Natividade (TO).
- 13 Descrição de perfil de solo. Catumbela (Angola).
- 14 ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico típico, constituído por sequência de horizontes genéticos. El Tigre (Venezuela).
- 15 GLEISSOLO HÁPLICOTb Eutrófico neofluvissólico, constituído de diversas camadas estratificadas. Brazabrantes (GO).
- 16 Exemplos de diferentes tipos de transição em um mesmo perfil de solo. Corumbá (MS).
- 17 Posicionamento da fita métrica para tomada de profundidade e espessura dos horizontes. Santa Maria da Boa Vista (PE).
- 18 Exemplo de tomada de profundidades e espessuras para solos com transição plana e ondulada.
- 19 Exemplo de tomada de profundidades e espessuras para solos com mais de um horizonte ou camada apresentando transição ondulada e irregular.
- 20 Exemplo de tomada de profundidades e espessuras para solos com transição descontínua, entre horizontes ou camadas.
- 21 Escolha da carta (página) do matiz.
- 22 Determinação da cor da amostra.
- 23 Tomada de cores em descrição morfológica de perfil de solo em trincheira. Barinas (Venezuela).
- 24 Mosqueado escuro devido à presença de matéria orgânica em canal de raiz (atividade biológica).
- 25 Mosqueado branco devido à presença de ${\rm CaCO_3}$ (caráter carbonático). Corumbá (MS).
- 26 Mosqueado amarelo devido a fenômenos de oxirredução por restrição de drenagem (caráter redóxico). Pantanal do Taquari (MS).
- 27 Coloração variegada devido a fenômenos de oxirredução em horizonte plíntico. Planície do rio Araguaia (GO).
- 28 Avaliação da textura em campo através do tato.



- 29 Preparação da amostra para avaliação da textura em campo.
- 30 Exame da macroestrutura em campo.
- 31 Arranjamento de material do solo em grãos simples. Jauru (MT).
- 32 Aspecto de horizonte Btg com estrutura maciça. A massa do solo se mostra homogênea, sem linhas de fraqueza ou reentrâncias características de estrutura desenvolvida. Amajari (RR).
- 33 Aspecto maciço (uniforme) de parede de perfil de LATOSSOLO VERMELHO Ácrico, com estrutura forte muito pequena granular. Goiânia (GO).
- 34 Aspecto maciço (uniforme) de parede de perfil de NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico, com estrutura em grãos simples e fraca pequena granular. Comodoro (MT).
- 35 Aspecto de estrutura grande laminar de NEOSSOLO FLÚVICO. Soledade (PB).
- 36 Aspecto de estrutura laminar (herdada da rocha matriz) em horizonte C de CAMBISSOLO. Brasília (DF).
- 37 Estruturas laminares formadas por deposição de material aluvionar em NEOSSOLO FLÚVICO. Soledade (PB).
- 38 Exemplos de estrutura grande prismática.
- 39 Exemplo de estrutura muito grande prismática (subtipo colunar).
- 40 Exemplo de estrutura muito grande prismática (subtipo colunar). Sertão de Pernambuco.
- 41 Exemplo de estrutura muito grande prismática.
- 42 Perfil de VERTISSOLO mostrando estrutura prismática grande, composta por estruturas em blocos angulares e prismática pequena, todas fortemente desenvolvidas. Atentar para as linhas ou superfícies de fraqueza. Corumbá (MS).
- 43 Estrutura prismática; estrutura prismática primária destacada (acima à direita) e detalhe da estrutura secundária (abaixo à direita). Corumbá (MS).
- 44 Fendas (1) e prismas (2) formados por ressecamento de perfil de GLEISSOLO MELÂNICOTb Distrófico neofluvissólico. Brasília (DF).
- 45 Detalhe de prisma extraído de camada de NEOSSOLO FLÚVICOTb Eutrófico típico.
- 46 Detalhe do aspecto maciço da parte interna do prisma, de NEOSSOLO FLÚVICOTb Eutrófico típico.
- 47 Barranco de LATOSSOLO com caráter retrátil, mostrando estruturação prismática forte por fendilhamento. Muitos Capões (RS).
- 48 Detalhe de estrutura prismática formada em solos com caráter retrátil no Sul do Brasil.

- 49 Aspecto de estruturas secundárias constituintes dos prismas grandes de solo com caráter retrátil. Prismas e blocos angulares (embaixo) e granular e blocos subangulares (acima) formados por desagregação dos primeiros
- 50 Estrutura fraca muito grande prismática (esquerda) composta por (secundariamente) forte muito pequena e pequena blocos subangulares (à direita).
- 51 Estrutura grande prismática-subtipo colunar de horizonte B de PLANOSSOLO NÁTRICO. Sertão de Pernambuco
- 52 Aspecto de estrutura prismática subtipo colunar em horizonte Btgnf. Amajari (RR).
- 53 Exemplos de estrutura grande em blocos angulares.
- 54 Exemplos de estrutura média em blocos subangulares e angulares.
- 55 Exemplos de estrutura muito grande em blocos subangulares.
- 56 Aspecto de perfil de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Alítico, constituído por estrutura forte em blocos angulares, grandes e médios. Tarauacá (AC).
- 57 Aspecto de estrutura em blocos angulares fortemente desenvolvida. Observar a angulosidade das unidades.
- 58 Estrutura em blocos angulares fortemente desenvolvida.
- 59 Exemplos de estrutura média e grande granular.
- 60 Exemplos de estrutura muito pequena, pequena e média granular.
- 61 Aspecto de estrutura granular fortemente desenvolvida em horizonte B de LATOSSOLO oxídico.
- 62 Aspecto de estrutura forte média e grande granular, associada a estrutura em blocos subangulares de horizonte A de VERTISSOLO.
- 63 Estrutura paralelepipédica. Jaraguari (MS).
- 64 Aspecto de estruturas cuneiforme e paralelepipédica desenvolvidas em perfil de VERTISSOLO.
- 65 Ocorrência de estruturas granular muito pequena, pequena e média em associação com estrutura moderada em blocos subangulares.
- 66 Determinação da consistência em amostra seca.
- 67 Preparação da amostra para avaliação da plasticidade: a) ato de molhamento paulatino de amostra; e b) ato de amassamento de amostra para eliminação de agregados.
- 68 Avaliação da plasticidade: a) formação de cilindro; e b) teste de resistência do cilindro.
- 69 Avaliação da pegajosidade.
- 70 Aspecto de cerosidade em vista frontal e lateral (no bordo da estrutura).
- 71 Observação da presença de cerosidade em amostra de solo.



- 72 Aspecto de cerosidade moderada e comum em horizonte B de NITOSSOLO VERMELHO.
- 73 Aspecto de amostra com cerosidade forte e abundante.Observar que todas as unidades estruturais estão revestidas (exceto as quebradas).
- 74 Aspecto de amostra com cerosidade moderada e abundante. Observar que todas as unidades estruturais estão revestidas (exceto as quebradas).
- 75 Detalhe de presença de superfícies brilhantes em horizonte Bvk de VERTISSOLO.
- **76** Detalhe de presença de superfícies foscas em horizonte B de NITOSSOLO BRUNO.
- 77 Slickensides.
- 78 Aspecto da inclinação das superfícies onde ocorrem *slickensides* em perfil de VERTISSOLO.
- 79 Superfície com *slickenside*, mostrando as estrias produzidas pelo deslizamento, paralelas à direção da faca.
- 80 Presença de revestimentos por matéria orgânica (organs)
 em ARGISSOLO AMARELO (Terra Preta de Índio).
 Rorainópolis (RR).
- 81 Ocorrência de eflorescência de NaCl em barranco de canal de drenagem, dentro de perímetro irrigado no semiárido brasileiro. Petrolina (PE).
- 82 Eflorescência na forma de pequenos nódulos e de pó em leito seco de afluente do rio Jaguaribe. Aracati (CE).
- 83 Detalhe de eflorescência de cor clara, na forma de crosta de NaCl.
- 84 Concreções de CaCO₃. Jaguarão (RS).
- 85 Concreções ferruginosas. Brasília (DF).
- 86 Concreções de manganês.
- 87 Utilização do ímã para estimativa do grau de atração magnética.
- 88 Efervescência forte em concreção carbonática.
- 89 Efervescência forte em concreção de manganês.
- 90 Ocorrência de crosta de jarosita em área drenada de GLEISSOLOTIOMÓRFICO. Aracruz (ES).
- 91 Exemplo de raízes finas e muito finas (< 2mm de diâmetro) em quantidade pouca (< 1 por U.A. = 1cm²).
- 92 Exemplo de raízes médias (2 a 5mm de diâmetro) em quantidade comum (1 a 5 por U.A.).
- 93 Exemplo de raízes muito grossas (> 10mm de diâmetro) em quantidade abundante (> 5 por U.A.).
- 94 Amostra com poros médios (2 a 5mm) abundantes (> 5 por U.A. de $10 \times 10 \text{cm} = 1 \text{ dm}^2$).
- 95 Lâmina delgada de solo (30x40mm) preparada para exame.
- 96 Observação de lâmina delgada em microscópio petrográfico monocular.

- 97 Lâmina delgada de um horizonte Bt observada em microscópio petrográfico em luz normal com aumento de 2,5x (à esquerda): Detalhe da lâmina observada com aumento de 10x (acima à direita) e em luz polarizada (acima à direita). MG = material grosso (esqueleto); P = poros; e R = revestimentos (cutãns) de argila.
- 98 Aspecto da posição na encosta.
- 99 Exemplos de tipos de paisagem: foto da esquerda bordo da Chapada da Serra Geral (TO/BA); e foto da direita vale do rio Suaçuí Grande (MG).
- 100 Esquema ilustrativo da declividade de um terreno.
- Ev = distância vertical; Eh = distância horizontal; e α = ângulo de inclinação da superfície.
- 101 Clinômetro tipo Abney.
- 102 Detalhe de clinômetro marcando declividade de 7% (acima) e 4° (abaixo).
- 103 Caracterização do relevo em distintas paisagens.
- 104 Perfil de ARGISSOLO VERMELHO Alítico nitossólico. Tarauacá (AC).
- 105 Descrição e coleta de amostras de solo em trincheira. Juruena (MT).
- 106 Trado do tipo caneco, adaptado para troca de canecos com dimensões diferentes (3" e 5").
- 107 Da esquerda para a direita: trado tipo holandês, trado de caneco de 5", facão, ponteira de trado tipo holandês e martelo de borracha.
- 108 Detalhe de ponteira de trado holandês, com amostra.
- 109 Conjunto de trados de caneco (3" e 5").
- 110 Trado de caneco adaptado para trabalho motorizado. Peixe (TO).
- 111 Disposição do material do solo para procedimento de coleta de amostras após tradagem. Peixe (TO).
- 112 Utilização de trado manual para coleta de amostra composta. Peixe (TO).
- 113 Uso de trado motorizado para amostragem com fins de correção química (amostra composta). Peixe (TO).
- 114 Detalhe de coleta de amostra deformada em barranco de estrada. Santa Maria da Boa Vista (PE).
- 115 Preparação de barranco de estrada para exame e coleta de perfil de solo. Santa Maria da Boa Vista (PE).
- 116 Barranco de estrada preparado para exame e coleta do solo em corte de estrada. Barra do Bugres (MT).
- 117 Trincheira aberta para exame e coleta. Parque do Jalapão (TO).
- 118 Abertura manual de trincheira. Maracaibo Venezuela.
- 119 Início de abertura motomecanizada de trincheira. Peixe (TO).
- 120 Construção de rampa de acesso com abertura mecanizada. Peixe (TO).



- 121 Preparo da parede de trincheira aberta com retroescavadeira. Catumbela (Angola).
- 122 Trincheiras abertas mostrando escada e rampa de acesso e as paredes para exame e coleta. Peixe (TO).
- 123 Tradagem em área de ORGANOSSOLO. Brasília (DF).
- 124 Extração de um torrão para determinação da densidade aparente em laboratório. Catumbela (Angola).
- 125 *Kit* de equipamentos e ferramentas utilizadas para coleta de amostras com uso de anel de kopecky.
- 126 Inserção de anel no horizonte superficial do solo com uso de batedor. Barinas (Venezuela).
- 127 Conjunto batedor, anel e espátula para amostra indeformada.
- 128 Trado para coleta de amostra indeformada.
- 129 Detalhe da retirada do anel.
- 130 Detalhe da preparação da amostra no anel.
- 131 Atividade de esculturamento da amostra no formato paralelepipédico pela Professora Dra. Selma Simões de Castro. Luis Alves (GO).
- 132 Amostra acomodada em caixa de cartolina, após ser destacada do perfil.
- 133 Acondicionamento da amostra com plástico filme PVC pela Professora Dra. Selma Simões de Castro. Luis Alves (GO).
- 134 Detalhe da coleta de amostra com uso de saboneteira pelo Professor Dr. Carlos Ernesto G. R. Schaefer. Rorainópolis (RR).
- 135 Detalhe de amostra de rocha coletada. Moreno (PE).
- 136 Interior de laboratório de análises de solos.
- 137 Bancadas com provetas em setor de análise textural de laboratório de solos.
- 138 Duplo anel com carga constante (boias acopladas).
- 139 Teste de infiltração com duplo anel de carga constante em execução. Santo Estevão (BA).
- 140 Duplo anel com carga hidráulica variável (escala acoplada).
- 141 Execução de teste de condutividade hidráulica em presença do lençol freático (*pump-out*).
- 142 Equipamentos e execução de teste de condutividade hidráulica em ausência do lençol freático (pump-in).
- 143 Reprodução da capa do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos SiBCS.
- 144 Caráter ebânico em perfil de CHERNOSSOLO EBÂNICO. Ipiaú (BA).
- 145 Caráter flúvico definido por camadas estratificadas em perfil de GLEISSOLO. São Miguel do Araguaia (GO).
- 146 Perfil de LATOSSOLO BRUNO com caráter rúbrico. Castro (PR).



- 147 Perfil de CAMBISSOLO com caráter sômbrico. Santa Terezinha (SC).
- 148 Caráter vértico definido pelo fendilhamento acentuado. Barinas - Venezuela.
- 149 Contato lítico em perfil de PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário léptico. Niquelândia (GO).
- 150 Contato lítico fragmentário em perfil de NEOSSOLO LITÓLICO Chernossólico fragmentário. Ciríaco (RS).
- 151 Perfil de solo esquelético. Barra do Quarai (RS).
- 152 Aspecto de ocorrência de plintita em horizonte plíntico.
- 153 Detalhe das ações para identificação de plintita. Identificação na amostra de solo (a), separação da plintita 1 (b), separação da plintita 2 (c) plintita individualizada (d).
- 154 Amostra com plintita (acima) e amostra sem plintita (abaixo), após teste de laboratório.
- 155 Petroplintita (canga laterítica).
- 156 Detalhe de petroplintita.
- 157 Perfil de CAMBISSOLO HÁPLICOTb Distrófico petroplíntico, epiconcrecionário. Porangatu (GO).
- 158 Perfil de LATOSSOLO AMARELO Distrófico petroplíntico, endolitoplíntico. São Félix do Araguaia (MT).
- 159 Microrrelevo tipo gilgai.
- 160 Perfil de LATOSSOLO AMARELO Distrófico antrópico (Terra Preta de Índio). Parintins (AM).
- 161 Perfil de ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico. Juscimeira (MT).
- 162 Perfil de PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico. Poconé (MT).
- 163 Perfil de CAMBISSOLO HÚMICOTb Distrófico típico. Campinápolis (MT).
- 164 Perfil de ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrúptico. São Mateus (ES).
- 165 Perfil de GLEISSOLO MELÂNICOT Distrófico típico. Nova Xavantina (MT).
- 166 Perfil de ORGANOSSOLO FÓLICO Hêmico lítico. Urubici (SC).
- 167 Perfil de ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico espessarênico fragipânico. Cruzeiro do Sul (AC).
- 168 Ortstein. Unidade de Execução de Pesquisa de Itapirema. Goiana (PE).
- 169 Horizonte plácico em ARGISSOLO AMARELO. Goiana (PE).
- 170 Perfil de CAMBISSOLO HÁPLICOTb Eutrófico chernossólico. Nazaré da Mata (PE).
- 171 Perfil de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico. Juruena (MT).
- 172 Perfil de NITOSSOLO VERMELHO Eutroférrico típico. Ceres (GO).



- 173 Perfil de PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico. Fazenda Nhumirim. Corumbá (MS).
- 174 Perfil de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico. Cerquilho (SP).
- 175 Lamelas em perfil de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico arênico, abrúptico. São Pedro (SP).
- 176 Perfil de LATOSSOLO AMARELO Distrófico petroplíntico. Natividade (TO).
- 177 Horizonte glei em perfil de GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico plíntico. Brasília (DF).
- 178 Horizonte litoplíntico em perfil de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico petroplíntico. Edéia (GO).
- 179 Horizonte plíntico em perfil de PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico. São Miguel do Araguaia (GO).
- 180 Duripã em perfil de ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico arênico, dúrico, espessarênico. Goiana (PE).
- 181 Fragipã em perfil de ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico abrúptico fragipânico. Usina Coruripe. Coruripe Al.
- 182 Horizonte cálcico em perfil de VERTISSOLO EBÂNICO. Pantanal do Abobral (MS).
- 183 Perfil de PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico. São Miguel do Araguaia (GO).
- 184 Horizonte petrocálcico em perfil de CHERNOSSOLO RÊNDZICO. Pantanal Matogrossense. Corumbá (MS).
- 185 Floresta Equatorial Perenifólia/Floresta Ombrófila Densa. Juruti (PA).
- 186 Floresta Equatorial Hidrófila de Várzea/Floresta Ombrófila Aberta Aluvial. Parintins (AM).
- 187 Campo Equatorial Higrófilo de Várzea/Campinarana Gramíneo-Lenhosa 1º Plano/Campinarana Arborizada 2º Plano. Cruzeiro do Sul (AC).
- 188 Campo Equatorial Higrófilo de Várzea/Campinarana Arborizada. Caracaraí (RR).
- 189 Floresta Tropical Perenifólia/Floresta Ombrófila Densa. Aripuanã (MT).
- 190 Floresta Tropical Perenifólia/Floresta Ombrófila Densa. Juína (MT).
- 191 Floresta Tropical Caducifólia/Floresta Estacional Decidual. São Fidélis (RJ).
- 192 Floresta Tropical Subperenifólia/Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica). Nova Friburgo (RJ).
- 193 Floresta Subtropical Perenifólia/Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica). Serra de Lages (SC).
- 194 Floresta Subtropical Subperenifólia/Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária). Lebon Régis (SC).
- 195 Floresta Subtropical Subcaducifólia/Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária). Serra Gaúcha (RS).

- 196 Floresta não Hidrófila de Restinga/Formações Pioneiras de Influência Marinha. Região dos Lagos (RJ).
- 197 Restinga Arbustiva e Campo de Restinga/Formações Pioneiras de Influência Marinha. Região dos Lagos (RJ).
- 198 Restinga Arbustiva e Campo de Restinga (1)/ Formações Pioneiras de Influência Marinha (2). Grussaí. São João da Barra (RJ).
- 199 Cerradão Tropical Subcaducifólio/Savana Florestada. Nordeste de Goiás.
- 200 Cerradão Tropical Subcaducifólio/Savana Arbórea Densa (Carrasco). Chapada dos Parecis (MT).
- 201 Cerrado Tropical Subcaducifólio/Savana Arborizada. Cocalzinho (GO).
- 202 Cerrado Tropical Caducifólio/Savana Arborizada. Novo Acordo (TO).
- 203 Campo Cerrado Tropical/Savana Parque. Parque das Emas (GO).
- 204 Campo Cerrado Equatorial/Savana Parque (Lavrado). Boa Vista (RR).
- 205 Vereda Tropical/Savana Gramíneo-Lenhosa com Floresta de Galeria. Parque Estadual do Jalapão (TO).
- 206 Caatinga Hiperxerófila/Savana Estépica Parque. Sertão Nordestino.
- 207 Caatinga Hiperxerófila/Savana Estépica Parque. Petrolina (PE).
- 208 Caatinga Hiperxerófila/Savana Estépica Arborizada. Sento Sé (BA).
- 209 Campo Equatorial Hidrófilo de Várzea/Formações Pioneiras de Influência Fluvial. Planície do rio Amazonas, Parintins (AM).
- 210 Campo Tropical/Savana Gramíneo-Lenhosa. Nova Brasilândia (MT).
- 211 Campo Subtropical Subúmido/Estepe Parque. Bagé (RS).
- 212 Manguezal/Formações Pioneiras de Influência Fluviomarinha. Carutapera MA.
- 213 Formação Rupestre/Savana Parque. Chapada dos Veadeiros (GO).
- 214 Campo Subtropical Subúmido/Estepe Parque (Parque de Espinilho da barra do rio Quaraí). Barra do Quaraí (RS).
- 215 Relevo plano. Chapada dos Parecis (MT).
- 216 Relevo suave ondulado. Rio Branco (AC).
- 217 Relevo ondulado. Nova Brasilândia (MT).
- 218 Relevo forte ondulado com topos abaulados (em meia laranja). Ponte Nova (MG).
- 219 Relevo forte ondulado com topos aguçados (ao fundo). Santo Antônio do Escalvado (MG).
- 220 Relevo montanhoso. Vale do rio Iguaçu (PR).



- 221 Relevo montanhoso. São Fidélis (RJ).
- 222 Relevo montanhoso. Ponte Nova (MG).
- 223 Relevo montanhoso (ao fundo). Cordilheira dos Andes. Mérida Venezuela.
- 224 Relevo escarpado. Nova Friburgo (RJ).
- 225 Relevo escarpado. São Domingos (GO).
- 226 Microrrelevo tipo gilgai.
- 227 Murundus. Chapada dos Parecis (MT).
- 228 Murundus. Iramaia (BA).
- 229 Murundu. Província de Cuando-Cubango, Angola.
- 230 Dolina. Janaúba (MG).
- 231 Duna. Delta do Parnaíba (PI).
- 232 Sambaqui. Ilha Comprida (SP).
- 233 Cordilheiras e vazantes/corixos. Poconé (MT).
- 234 Dique marginal do rio Paraná. (Divisa dos Estados SP/MS).
- 235 Dique marginal do rio Santo Antônio. Gurupi (TO).
- 236 Cultivo de hortaliças sobre dique do rio Cuiabá. Cuiabá (MT).
- 237 Cavidade. Iuiú (BA).
- 238 Cavidade ("sumidouro" em fundo de dolina). Janaúba (MG).
- 239 Cavidade em área de NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico vertissólico. Catumbela Angola.
- 240 Microrrelevo tipo folha de zinco. Praia de Grussaí. São João da Barra (RJ).
- 241 Aspecto de tálus de encosta. Monte Roraima (RR).
- 242 Classe excessivamente drenado. NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico. Jauru (MT).
- 243 Classe fortemente drenado. NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico latossólico. Caçu (GO).
- 244 Classe bem drenado. ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico. Maracaibo Venezuela.
- 245 Classe moderadamente drenado. LATOSSOLO AMARELO Distrófico gleissólico, textura argilosa. Brazabrantes (GO).
- 246 Classe imperfeitamente drenado. ARGISSOLO AMARELO Distrófico plíntico, textura média/argilosa. El Tigre (Venezuela).
- 247 Classe mal drenado. GLEISSOLO MELÂNICOTb Eutrófico neofluvissólico, textura argilosa. Brazabrantes (GO).
- 248 Classe extremamente pedregosa. Juína (MT).
- 249 Fase pedregosa. Ribeira (SP).
- 250 Fase epipedregosa. Niquelândia (GO).
- 251 Fase endopedregosa. Niquelândia (GO).
- 252 Classe ligeiramente rochosa. Juruena (MT).
- 253 Classe moderamente rochosa. Macaé (RJ).
- 254 Classe rochosa. Juruena (MT).
- 255 Classe muito rochosa. Juruena (MT).
- 256 Classe extremamente rochosa. Aracruz (ES).



- 257 Erosão eólica (Classe ligeira). Chapadão dos Gaúchos (MS).
- 258 Erosão laminar (Classe moderada). Ervália (MG).
- 259 Erosão laminar e em sulcos (Classe moderada).

Cassilândia (MS).

- 260 Erosão em sulcos (Classe moderada). Uraí (PR).
- 261 Erosão em ravinas (Classe forte). Ceres (GO).
- 262 Erosão em voçoroca (Classe extremamente forte). São Gabriel d'Oeste (MS).
- 263 Erosão em voçoroca (Classe extremamente forte). Jataí (GO).
- 264 Erosão em voçoroca (Classe extremamente forte). Região das cabeceiras do rio Jauru (MT).
- 265 Perfil de ORGANOSSOLO HÁPLICO Sáprico típico, fase assoreada. Campo Erê (SC).
- 266 Perfil de GLEISSOLO HÁPLICOTb Distrófico plíntico, fase assoreada. Primavera do Leste (MT).
- 267 ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrúptico.

São Mateus (ES).

268 - ARGISSOLO VERMELHO Alumínico abrúptico.

Piracicaba (SP).

- 269 ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Alumínico típico (Rubrozém). Curitiba (PR).
- 270 ARGISSOLO BRUNO-ACINZENTADO Alítico típico. Alfredo Vagner (SC).
- 271 ARGISSOLO VERMELHO Alítico plíntico.

Cruzeiro do Sul (AC).

272 - CAMBISSOLO HÁPLICO To Distrófico típico.

Paranatinga (MT).

273 - CAMBISSOLO HÁPLICO To Distrófico típico.

Mateiros (TO).

274 - CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico típico (Cambissolo Bruno Húmico). São Joaquim (SC).

275 - CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico vertissólico.

Corumbá (MS).

- 276 CHERNOSSOLO EBÂNICO Órtico típico. Ipiaú (BA).
- 277 CHERNOSSOLO RÊNDZICO Carbonático típico.

Corumbá (MS).

278 - CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico.

Ipiaú (BA).

279 - ESPODOSSOLO FERRILÚVICO Órtico dúrico.

Recife (PE).

- 280 ESPODOSSOLO FERRI-HUMILÚVICO Hiperespesso típico (Podzol Gigante). Cantá (RR).
- 281 ESPODOSSOLO FERRI-HUMILÚVICO Órtico arênico.

Canavieiras (BA).

282 - ESPODOSSOLO FERRI-HUMILÚVICO Órtico dúrico (duripã a partir de 80cm). Conde (BA).



- 283 GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico solódico. Corumbá (MS).
- 284 GLEISSOLO MELÂNICOTb Distrófico típico. Nova Xavantina (MT).
- 285 GLEISSOLO HÁPLICOTb Distrófico neofluvissólico. São Miguel do Araguaia (GO).
- 286 GLEISSOLO HÁPLICOTb Distrófico petroplíntico. Jaciara (MT).
- 287 GLEISSOLOTIOMÓRFICO Órtico neofluvissólico. Aracruz (ES).
- 288 GLEISSOLO HÁPLICOTa Eutrófico neofluvissólico. Fazenda Palmital, Brazabrantes (GO).
- 289 LATOSSOLO BRUNO Distrófico típico. Vacaria (RS).
- 290 LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico. Campos dos Goytacazes (RJ).
- 291 LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico. Juruti (PA).
- 292 LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico. Jataí (GO).
- 293 LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico. Barro Alto (GO).
- 294 LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico. Rondonópolis (MT).
- 295 LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico. Caçu (GO).
- 296 LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico. Jaciara (MT).
- 297 LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico. Juína (MT).
- 298 LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico. Jaíba (MG).
- 299 LUVISSOLO HÁPLICO Órtico típico. Feijó (AC).
- 300 LUVISSOLO CRÔMICO Órtico solódico. Cabrobó (PE).
- 301 LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico.

Cruzeiro do Sul (AC).

302 - NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico fragipânico.

Garanhuns (PE).

- 303 NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico substrato filito. Rondonópolis (MT).
- 304 NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico.

Rondonópolis (MT).

Pantanal do Taquari (MS).

- 305 NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico típico. Jalapão (TO).
- 306 NEOSSOLO LITÓLICO Chernossólico típico substrato basalto. Bagé (RS).
- 307 NEOSSOLO FLÚVICO Psamítico típico. Margem do rio Tocantins, Peixe (TO).
- 308 NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico típico.

- 309 NEOSSOLO LITÓLICO Chernossólico fragmentário substrato basalto. Jaraguari (MS).
- 310 NEOSSOLO LITÓLICO Húmico típico. São José dos Ausentes (SC).
- 311 NEOSSOLO FLÚVICO Psamítico típico. Terraço do rio de Contas, Ipiaú (BA).
- 312 NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico típico detalhe para ocorrência de minerais primários. Delmiro Gouveia (AL).
- 313 NITOSSOLO BRUNO Distrófico típico. Lages (SC).
- 314 NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico.

Castanheira (MT).

315 - NITOSSOLO VERMELHO Distrófico típico.

Oriximiná (PA).

316 - NITOSSOLO VERMELHO Eutroférrico típico.

Ceres (GO).

317 - ORGANOSSOLO HÁPLICO Sáprico térrico.

Brasília (DF).

318 - ORGANOSSOLO HÁPLICO Sáprico térrico.

Jalapão (TO).

319 - ORGANOSSOLO FÓLICO Hêmico. Chapada dos Veadeiros (GO).

320 - PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico.

Pelotas (RS).

321 - PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico.

Caruaru (PE).

322 - PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico. Pantanal

Matogrossense, Poconé (MT).

323 - PLANOSSOLO NÁTRICO Sálico dúrico.

Cabo Frio (RJ).

324 - PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico espessarênico solódico.

Amajari - RR.

325 - PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico. Ilha de Marajó (PA).

326 - PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico. São Miguel do Araguaia (GO).

327 - PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico espessarênico.

Natividade (TO).

Canarana (MT).

328 - Perfil de PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário argissólico. São Félix do Araguaia (MT).

329 - PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário léptico.

Niquelândia (GO). 330 - PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico.

331 - PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplíntico típico.

São Miguel do Araguaia (GO).

332 - Paisagem de área de PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplíntico típico. Reisópolis (GO).



- 333 VERTISSOLO HÁPLICO Carbonático típico. Irecê (BA).
- 334 VERTISSOLO HÁPLICO Órtico chernossólico. Corumbá (MS).
- 335 VERTISSOLO HIDROMÓRFICO Órtico típico. Pantanal Matogrossense, Poconé (MT).
- 336 VERTISSOLO EBÂNICO Órtico típico. Planície do rio Araguaia (GO).
- 337 Utilização do trado holandês manual para exame. Barão de Melgaço (MT).
- 338 Disposição do material de solo obtido com uso do trado, em sequência, para exame. Natividade (TO).
- 339 Utilização de trado de rosca motorizado para sondagem rápida. Caracaraí (RR).
- 340 Exame de perfil de solo em barranco de estrada. Capanda - Angola.
- 341 Utilização de barranco de estrada para exame de perfil, em evento da VI RCC. Tupanciretã (RS).
- 342 Exame de perfil de solo em trincheira.

Catumbela - Angola.

- 343 Baía salina. Pantanal da Nhecolândia (MS).
- 344 Mussununga. Litoral Nordestino.
- 345 Vista de uma área de Manguezal, junto a Apicum. Rio Gramame, litoral da Paraíba.
- 346 Aspecto de córrego com água escura, cor de "coca-cola". Cruzeiro do Sul (AC).
- 347 Exposição de horizonte espódico por erosão em leito de estrada. Área de Campinarana. Cruzeiro do Sul (AC).
- 348 Dunas móveis sem vegetação (a e b) e fixas ou estabilizadas recobertas por vegetação (a e c). Margem do rio São Francisco (BA).
- 349 Limalhas de ferro na superfície do terreno. Ceres (GO).
- 350 Fendas na superfície de VERTISSOLO. Icó (CE).
- 351 Desalinhamento de mourões de cerca em área de VERTISSOLO. Petrolina (PE).
- 352 Desalinhamento de postes em área de solos com argila expansiva. Uruguaiana (RS).
- 353 Aspecto de pavimento desértico. Cabrobó (PE).
- 354 Aspecto de erosão em barranco em área de PLANOSSOLO NÁTRICO. Belém do São Francisco (PE).
- 355 Ombreira. Tarauacá (AC).
- 356 Barranco exposto em área de NEOSSOLO

QUARTZARÊNICO Órtico. Comodoro (MT).

- 357 Barranco de estrada em área de NITOSSOLO BRUNO, mostrando a "saia do barranco". Curitibanos (SC).
- 358 Palmeira bacuri Attalea phalerata
- 359 Palmeira bacuri Attalea phalerata

- 360 Palmeira buriti Mauritia flexuosa
- 361 Palmeiras buriti Mauritia flexuosa
- 362 Palmeira carandá Copernicia alba
- 363 Palmeiras carandá Copernicia Alba
- 364 Palmeira carnaúba Copernicia prunifera
- 365 Palmeiras açaí Euterpe oleracea
- 366 Aroeira Miracrodruon urundeuva
- 367 Barriguda Cavanillesia arbórea
- 368 Ipê Tabaco Zeyheria tuberculosa
- 369 Jaracatiá Jaracatia spinosa
- 370 Lixa Aloysia virgata
- 371 Afloramento de rocha. Urubici (SC).
- 372 Área de empréstimo. Goiânia (GO).
- 373 Dunas. Florianópolis (SC).
- 374 Lixão. Canaã dos Carajás (PA).
- 375 Praia. Jeriquaguara (CE).
- 376 Área Urbanizada. Goiânia (GO).
- 377 Campo de Futebol. Goiânia (GO).
- 378 Ferramentas para tradagem Da esquerda para a direita: trado tipo holandês, trado de caneco de 5", facão, ponteira de trado tipo holandês e martelo de borracha.
- 379 Ferramentas para abertura de trincheira e limpeza de barranco De cima para baixo: enxadão, pá redonda pequena, picareta, pá redonda grande, pá reta.
- 380 Ferramentas para densidade De cima para baixo: espátula, martelo, batedor e anel de 50mm.
- 381 Da esquerda para a direita e de cima para baixo: as publicações Manual técnico de pedologia (IBGE), Sistema brasileiro de classificação de solos (Embrapa) e Carta de cores (Munsell Color),prancheta para anotações, caneta, sacos para amostra, etiquetas, faca, canivete, martelo, fita métrica, placa para fotografia, imã, lupa, lupa de bolso, trena, câmera fotográfica, ácido clorídrico, água oxigenada, arame plastificado para amarração, fita adesiva.
- 382 Da esquerda para a direita e de cima para baixo: maleta ou bolsa, bisnaga de água para textura, banqueta portátil, capa da banqueta, repelente de insetos, lanterna, fita adesiva, pilhas, GPS, toalha e chapéu.

Lista de quadros

- 1 Nomes das cores em português para os códigos do livro Munsell soil color charts2 - Caracterização de mosqueados quanto ao contraste
- 3 Classificação textural, composição e sensações táteis associadas
- 4 Classes de estrutura
- 5 Critérios para distinção de classes de plasticidade
- 6 Classes de tamanhos de raízes e poros e unidades de área (U.A.) correspondentes



- 7 Limites de diâmetros das frações (mm)
- 8 Conversão das unidades usadas anteriormente para as unidades do sistema internacional (SI) e unidades adotadas pelo CNPS/EMBRAPA
- 9 Unidades do sistema internacional (SI) adotadas pelo CNPS/EMBRAPA solos para determinações físicas e precisão decimal
- 10 Unidades do sistema internacional (SI) adotadas pelo CNPS/ Embrapa solos para determinações químicas e precisão decimal
- 11 Unidades do sistema internacional (SI) adotadas por algumas instituições, para as várias regiões do Brasil
- 12 Exemplo de cálculos de IA, VI e VIB, em teste realizado com um duplo anel de carga constante em um LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura média
- 13 Etimologia dos termos usados no 1º nível categórico do SiBCS e principais características associadas
- 14 Principais termos empregados no 2º nível categórico e o seu significado ou as características associadas
- 15 Principais termos empregados no 3º nível categórico e o seu significado ou as características associadas
- 16 Principais termos empregados no 4º nível categórico e o seu significado ou as características associadas
- 17 Correlação entre as subordens do SiBCS e a classificação utilizada anteriormente
- 18 Classes de solos do SiBCS até o 4º nível categórico (subgrupos)
- 19 Correspondência Aproximada entre o SiBCS, a classificação WRB/FAO e a Soil Taxonomy para Classes de Solos em Alto Nível Categórico
- 20 Equivalência aproximada dos sistemas de classificação da vegetação
- 21 Relação entre escalas de mapas/cartas, distância e área mínima mapeável nos terrenos
- 22 Diferenciação de mapas/cartas e tipos de levantamentos de solos
- 23 Principais plantas indicadoras endêmicas no Brasil
- 24 Principais espécies invasoras
- 25 Convenções para plotagem (locação) das formas de caracterização dos solos nos mapas
- 26 Critérios para ordenação de legendas de solos
- 27 Relação de material utilizado em campo para levantamentos de solos
- 28 Alguns fatores para conversão de unidades

Apresentação

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, por meio da Diretoria de Geociências, tem a satisfação de apresentar à sociedade brasileira mais uma edição do *Manual técnico de pedologia*, com a expectativa de atender a setores da sociedade que necessitam deste tipo de informação, cumprindo parte de sua missão institucional de retratar o Brasil com informações necessárias ao conhecimento de sua realidade e ao exercício da cidadania.

As publicações da série Manuais Técnicos em Geociências para os vários temas ambientais foram iniciadas em 1991, primeiramente com o objetivo de uniformizar e definir critérios para todos os trabalhos realizados pelo IBGE no âmbito nacional e, posteriormente, visando contribuir para a disponibilização de metodologias e padronizações também no campo extrainstitucional.

A presente edição do *Manual técnico de pedologia* contempla aperfeiçoamentos e incorpora atualizações e avanços na área de gênese e classificação de solos em relação à edição anterior, com destaque para as modificações inerentes ao Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS, atualmente em sua terceira edição.

Acompanhando esta publicação, encontram-se um CD-ROM com informações complementares à versão impressa, bem como um Guia que constitui uma versão simplificada do Manual voltada exclusivamente para as atividades de campo.

A Diretoria de Geociências do IBGE agradece a todos que colaboraram de alguma forma para a realização desta publicação, entre os quais pessoas físicas, jurídicas e empresas estatais e privadas.

Wadih João Scandar Neto
Diretor de Geociências

Introdução

o início da década de 1980, a equipe técnica do Projeto RADAMBRASIL foi absorvida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, mais especificamente pela sua Diretoria de Geociências, que a partir de então passou a desenvolver trabalhos técnicos envolvendo os temas geologia, geomorfologia, pedologia e vegetação, contemplando partes ou todo o Território Nacional, e com frentes de atuação em várias regiões do País.

Trabalhando em amplas áreas, com equipes numerosas e separadas por grandes distâncias, surgiu a necessidade de se estabelecer dispositivos visando à homogeneização de conceitos, critérios, técnicas, e enfim, estabelecer um controle de qualidade dos trabalhos, o que gerou a elaboração de manuais técnicos específicos para os diversos temas.

No caso particular da pedologia, foi lançada em 1995 a primeira edição de seu ManualTécnico (SOUZA, 1995), baseada em diversas publicações do então Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos - SNLCS, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA - atual EMBRAPA Solos - (organismo normatizador oficial brasileiro das ações na área de pedologia) e em algumas outras publicações especializadas.

Em razão, principalmente, de reunir em documento único sintético informações atualizadas, úteis para o planejamento e execução de levantamentos pedológicos, tratadas de uma forma bastante clara, a referida publicação teve excelente aceitação e transcendeu em muito os limites de uso interno na instituição, para os quais foi concebida. Por tal razão, em 2007, o IBGE lançou sua segunda edição e nesta oportunidade é apresentada a terceira edição do *Manual técnico de pedologia*.

Além da atualização de conceitos, critérios e normas e das inovações atreladas ao Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS, a



presente edição traz, também, descrição em linguagem simples dos métodos de laboratório empregados para levantamentos de solos no Brasil adotados pela EMBRAPA Solos, sua importância, conveniência de execução e limitações, além de informações sobre: principais solos brasileiros; principais tipos de materiais básicos empregados para levantamentos de solos; novas unidades para apresentação de resultados analíticos (baseados no Sistema Internacional de Unidades - SI e na EMBRAPA Solos); informações sobre o SiBCS; e ainda algumas recomendações úteis para execução de levantamentos de solos.

Importante esclarecer que os conceitos e definições relacionados com atributos e horizontes diagnósticos, bem como as informações sobre o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, que neste trabalho será referido apenas pela sigla SiBCS, constantes desse documento, representam o que consta em sua última edição de agosto de 2013.

Com o intuito de levar ao usuário um documento rico em informações visuais, constam nesta edição 436 ilustrações (54 figuras e 382 fotografias). Algumas delas foram extraídas ou adaptadas de obras consagradas ou foram gentilmente cedidas por pesquisadores externos, sendo a maioria delas produzidas pelos pesquisadores do IBGE. Em todos os casos, consta em seguida à numeração e legenda de cada uma, a citação da fonte de origem ou do autor.

Em relação à edição de 2007, foram incorporadas mais 172 novas ilustrações (150 fotografias e 22 figuras), além de terem sido abordados também novos temas e alguns aspectos de técnicas e procedimentos úteis e pouco explorados em obras correlatas, sempre com o intuito de estender ou melhorar a sua aplicabilidade. Dentre alguns deles, pode-se mencionar detalhes para coleta de amostras, detalhes para preparação de perfis, para abertura de trincheiras e elaboração de testes de campo.

O presente Manual é acompanhado de um CD-ROM que contém todas as informações do volume impresso, bem como um pequeno programa para descrição de perfis de solos diretamente em meio digital e um arquivo contendo uma relação de trabalhos de levantamentos de solos realizados no Brasil.

Também acompanha esta publicação o *Guia prático de campo* que constitui uma versão simplificada do Manual, servindo de instrumento de apoio aos estudos de solo, voltada exclusivamente para as atividades de campo, em particular as atividades de descrição e coleta de amostras de solos, abordando aspectos pouco explorados nos manuais de campo já produzidos. Apresenta formato compacto, o que favorece sua portabilidade e manuseio no campo, atendendo a um importante segmento técnico da pedologia nacional.

Pequeno histórico da pedologia no Brasil¹

s bases da Pedologia, ramo do conhecimento relativamente recente, ou Ciência do Solo como também é chamada, foram lançadas em 1880 na União Soviética pelo cientista V. V. Dokuchaiev (1846-1903), ao reconhecer que o solo não era um simples amontoado de materiais não consolidados, em diferentes estádios de alteração, mas resultava de uma complexa interação de inúmeros fatores genéticos: clima, organismos e topografia, os quais, agindo durante certo período de tempo sobre o material de origem, produziam o solo.

A preocupação inicial de Dokuchaiev, de cunho pedológico - explicar a formação dos solos e estabelecer um sistema de classificação - era, sem dúvida, uma preocupação oportuna em definir uma nova área de estudo e delimitar-lhe o espaço dentro do contexto do campo da ciência. A expansão dos estudos pedológicos decorreu, em grande parte, da necessidade de:

- corrigir a fertilidade natural dos solos, depauperada ao longo dos anos de exploração agrícola e agravada pela erosão;
- elevar a fertilidade natural de solos originalmente depauperados;
- neutralizar a acidez do solo;
- agrupar solos apropriados para determinadas culturas; e
- preservar os solos contra os perigos da erosão.

No Brasil, por decreto do Imperador D. Pedro II, foi criada, em 1887, a Estação Agronômica de Campinas, que mais tarde passou a ser o Instituto Agronômico - IAC, de Campinas.

¹Baseado em Moniz (1997).



Outras instituições antigas são a Imperial Escola de Medicina Veterinária e de Agricultura Prática, fundada em Pelotas (1883), e a Escola Agrícola Prática São João da Montanha, fundada em Piracicaba (1901), hoje denominada Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALO, da Universidade de São Paulo - USP.

Os levantamentos de solos no Brasil

Philippe W. Cabral de Vasconcellos, em 1928, analisou a composição química de amostras de um perfil de Latossolo Vermelho (Latossolo Roxo) coletadas a cada 30cm de profundidade (até 270cm). Embora não houvesse preocupação em descrever essas camadas, o exame químico do solo em profundidade parece ter sido uma primeira tentativa de análise de um perfil de solo.

As características de 22 tipos de solos do Estado de São Paulo foram descritas por José Setzer em 1941. A classificação dos solos foi baseada na natureza petrográfica do material de origem, com subdivisão baseada em propriedades físicas e químicas. Nela foram mantidos nomes populares, tais como Salmourão, Massapé, etc. Paiva Netto e colaboradores, em 1951, definiram grandes tipos de solos em função da geologia e, secundariamente, da textura.

No final da década de 1950 e começo da de 1960, foram realizados levantamentos minuciosos, com base na morfologia do perfil e nas propriedades químicas, em nível de série, dos solos da bacia de Taubaté, no vale do rio Paraíba (SP).

O Instituto Agronômico José Augusto Trindade, localizado no Município de Sousa (PB), é considerado pioneiro no estudo minucioso de solos. O primeiro mapa de solos foi realizado em 1947, quando foi confeccionado o Mapa Agrológico da Bacia de Irrigação do Açude São Gonçalo (PB).

Com a criação da Comissão de Solos, do Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas - CNEPA, do Ministério da Agricultura, em 1947, os levantamentos de solos no Brasil tomaram grande impulso. Inicialmente, a atribuição da Comissão de Solos era coordenar os estudos de solos a serem realizados em diferentes regiões brasileiras. Em 1953, com a sua reestruturação, teve por incumbências principais a execução do plano básico de inventário geral de recursos de solos do Território Nacional e o aperfeiçoamento da capacitação de levantamentos de solos.

O êxito da Comissão de Solos deveu-se ao preparo do seu pessoal técnico e à motivação de suas diversas equipes para vencer as dificuldades naturais durante os trabalhos de campo. Além disso, deve-se citar o apoio dado pelo pessoal do laboratório para manter um fluxo constante de análises físicas e químicas, indispensáveis à boa continuidade dos trabalhos de campo.

Em termos de estudos pedológicos, os trabalhos da Comissão de Solos tiveram efeito catalisador. Com a publicação dos levantamentos de solos, ocorreu grande estímulo para estudos pedológicos, em diferentes estados do Brasil. Solos de diversas regiões brasileiras podiam ser comparados, já que, com sua classificação, fora mantida certa uniformidade.



Em 1970, o Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, preocupado com os recursos naturais da Amazônia, desenvolveu um projeto de sensoriamento remoto dessa região utilizando radares. Sua designação inicial, Radar na Amazônia, deu origem à sigla RADAM.

Além de uma nova imagem da Amazônia, reunida em 117 mapas e 18 volumes, o Projeto Radam permitiu ampliar a província estanífera de Rondônia, facilitou a pesquisa do ouro no rio Tapajós, de carbonatitos, com possibilidade de conter nióbio, zinco e cobre, no morro dos Seis Lagos, de cassiterita na serra dos Surucucus, e de bauxita em Paragominas.

A partir de 1976, o Projeto Radam teve sua atuação estendida para todo o Território Nacional com a denominação Projeto Radambrasil, e concluiu o seu trabalho em 38 volumes (quatro ainda não publicados), estando todo o Território Nacional dotado de mapas exploratórios de solos na escala 1:1 000 000.

Conforme dados da relação de levantamentos constante na versão CD-ROM desta obra, o Brasil conta hoje com inúmeros trabalhos de levantamentos de solos, elaborados em vários níveis nas suas diferentes regiões.

Instituições oficiais, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Solos e o Projeto Radambrasil, executaram os levantamentos generalizados que recobrem todo o Território Nacional, enquanto a iniciativa privada é responsável pela maioria absoluta dos levantamentos executados em níveis de maior detalhe, para satisfazer objetivos diversos, tais como: exploração agrícola; conservação do solo; irrigação e drenagem; assentamentos de colonos; estudos ambientais (Estudos de Impactos Ambientais - EIA e seus respectivos Relatórios de Impactos Ambientais - RIMA) e outros.

Parte 1 O Solo

1.1 Caracterização morfológica e descrição dos solos

1.1.1 Caracterização geral do solo

Na identificação, caracterização e classificação de solos são considerados conceitos, critérios e procedimentos metodológicos que a seguir são descritos. Estas informações foram em sua maioria extraídas de fontes bibliográficas diversas, destacando-se: Soil map of the world (1974), da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO); Normas e critérios para levantamentos pedológicos (1989), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa; Soil survey manual (1993), do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (United States Department of Agriculture - USDA); Manual técnico de pedologia, de Souza (1995); Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos (1995), da Embrapa Solos; Manual de descrição e coleta de solo no campo, de Lemos e Santos (1996); Manual para interpretação de análise de solo, deTomé Junior (1997); Manual de métodos de análise de solo (1997, 2011), da Embrapa Solos; Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas, de Camargo e outros (2009); Field book for describing and sampling soils, de Schoeneberger e outros (1998, 2002, 2012); Sistema brasileiro de classificação de solos (1999, 2006, 2013), da Embrapa Solos; Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys (1999), do USDA; Manual de descrição e coleta de solo no campo, de Santos e outros (2005, 2013); World reference base for soil resources 2006: a framework for international classification, correlation and communication (2006), da FAO; e Manual Técnico de Pedologia (2007), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.



1.1.2 Conceito de solo

Dentre as diversas definições de solo, a que melhor se adapta ao levantamento pedológico é a do *Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys* (1999, p. 9):

Solo é a coletividade de indivíduos naturais, na superfície da terra, eventualmente modificado ou mesmo construído pelo homem, contendo matéria orgânica viva e servindo ou sendo capaz de servir à sustentação de plantas ao ar livre. Em sua parte superior, limita-se com o ar atmosférico ou águas rasas. Lateralmente, limita-se gradualmente com rocha consolidada ou parcialmente desintegrada, água profunda ou gelo. O limite inferior é talvez o mais difícil de definir. Mas, o que é reconhecido como solo deve excluir o material que mostre pouco efeito das interações de clima, organismos, material originário e relevo, através do tempo.

Em razão da necessidade de se fazer referência a determinados solos ou porções deles, alguns termos ou expressões passaram a integrar o cotidiano dos cientistas de solos. A seguir serão relacionados alguns, que são empregados com razoável frequência na área de Pedologia, cuja conceituação está de acordo com o *Vocabulário de ciência do solo*, de Curi (1993).

Solo - material mineral e/ou orgânico inconsolidado na superfície da terra que serve como meio natural para o crescimento e desenvolvimento de plantas terrestres.

Observação: O termo solo, quando empregado em sistemas taxonômicos, se refere a todas as partes do perfil do solo (Foto 1), presentes acima do material de origem (camadas e horizontes genéticos).

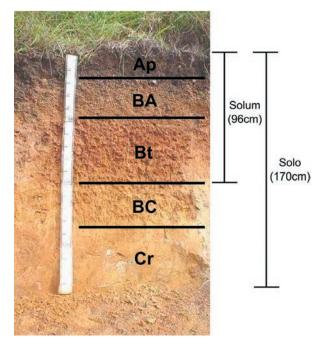


Foto 1 - Perfil de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico. Goiânia (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Solum - parte superior e pressupostamente mais intemperizada do perfil do solo (Foto 1), compreendendo somente os horizontes A e B (excluído o BC).

Solo autóctone - solo desenvolvido a partir de material de origem proveniente das rochas imediatamente subjacentes.

Solo alóctone - solo desenvolvido de material de origem não proveniente das rochas subjacentes. Pode ter natureza distinta ou compatível com as rochas subjacentes.

Solo pseudoautóctone - denominação que se costuma empregar para solo originado de rochas locais, mas com forte influência de material externo (solo parcialmente transportado).

Observação: A natureza alóctone é de difícil percepção no campo quando se tratam de solos de constituição semelhante à das rochas subjacentes. Linhas de pedras (*stone lines*) de formato arredondado ou subarredondado (Foto 2) geralmente são indícios de descontinuidade entre os solos e as rochas locais. Porém a simples presença de linhas de pedras no perfil do solo nem sempre é indicativo de descontinuidade, visto que quando as pedras são angulosas (Foto 3), são atribuídas a outros condicionantes.



Foto 2 - Stone line (pedras subarredondadas) em solo transportado. Três Lagoas (MS). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 3 - Stone line (pedras angulosas) em perfil de LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico. SerraTalhada (PE). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.





Paleossolo

Foto 4 - Paleossolo recoberto por espessa camada de sedimentos. Petrópolis (RJ). Foto: Neusa M. C. Mafra.

Paleossolo - solo formado em uma paisagem numa época passada e que foi posteriormente recoberto por sedimentos (Foto 4). Os paleossolos podem estar à superfície caso tenham sido expostos pela erosão do manto de sedimentos sobrejacente.

Solo azonal - solo que não apresenta influência marcante da zona climática e/ou da vegetação do ambiente em que está inserido.

Observação: geralmente solos jovens, onde o tempo foi insuficiente para seu desenvolvimento sob a influência dos condicionantes locais, são assim caracterizados.

Solo zonal - solo desenvolvido sob a influência dos condicionantes climáticos e da vegetação do local.

Observação: geralmente trata-se de solo bem desenvolvido, tendo havido a formação de todos os horizontes (A, B e C).

Solo halomórfico - solo cuja gênese foi muito influenciada pelo excesso de sais.

Solo de mangue - solo de áreas alagadas, formado sob influência de marés e com vegetação característica, denominada mangue.

Solo transportado - solo formado a partir de depósitos superficiais não consolidados do tipo colúvio, tálus, cones de dejeção, etc.

1.1.3 Formas de caracterização de solos

O processo de caracterização completa dos solos para efeito de taxonomia e cartografia envolve atividades de campo, sintetizadas em trabalhos de caracterização morfológica e amostragem, e caracterização analítica procedida em laboratórios especializados.

Em função das características de cada trabalho, tais como grau de detalhamento e objetivos, são estabelecidas diversas formas de "abordagem" ou de "caracterização" dos solos no campo, cada uma com algumas particularidades e que recebem denominações especiais. Muitas vezes estas formas de caracterização são elementos empregados como características definidoras ou distintivas de categorias de levantamentos, ou seja, são indicativos do grau de detalhamento dos levantamentos. São comumente empregadas as seguintes modalidades:



- Perfil completo - modalidade empregada geralmente para fins taxonômicos, ou seja, para caracterização e classificação de solos. É a mais completa de todas. Todos os horizontes ou camadas de um perfil, que ocorrem desde a superfície até a base, ou pelo menos até o limite da sua seção de controle, são descritos e amostrados.

Todas as determinações analíticas de rotina para levantamentos de solos, tais como granulometria, complexo sortivo, pH (H₂O e KCI) e matéria orgânica são executadas, acrescidas ou não de outras mais específicas de acordo com a necessidade.

- Amostra extra - também elaborada para fins taxonômicos. Quase sempre tem o objetivo de complementar ou confirmar informações de campo e dirimir dúvidas específicas, por meio de determinações analíticas. Geralmente apenas um ou alguns horizontes ou camadas são amostrados, sendo que na maioria das vezes, costuma-se coletar o horizonte superficial e um horizonte ou camada interna (A e B ou A e C).

As determinações analíticas processadas variam de acordo com os objetivos da amostragem. Podem ser apenas determinações específicas, apenas as rotineiras, ou combinação delas. Em todos os casos é recomendável sempre, proceder à descrição morfológica de todo o perfil, embora em boa parte dos casos, somente os horizontes ou camadas coletados sejam objeto de descrição.

- Amostras para fins de fertilidade - executada tanto para atender levantamentos pedológicos, quanto para projetos agrícolas que envolvem correções químicas do solo. Neste tipo de amostragem, sempre se coleta o horizonte superficial, e algumas vezes, é também coletada amostra de um horizonte interno a profundidade variável.

Quando para atender projetos agrícolas de correção química (adubação e calagem) recebem a denominação de **Amostra composta** e são produtos da mistura de amostras de vários pontos do mesmo terreno (ver item 1.2.1.1.1).

As determinações analíticas são, via de regra, o pH em H_2O , a matéria orgânica, o complexo sortivo (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , H^+ e AI^{3+}) e o P assimilável. Em situações especiais são determinados micronutrientes. Usualmente não se faz descrição morfológica para este tipo de amostragem.

Outras denominações:

- Perfil e amostra extra complementares denominações de amostragem muito empregadas em trabalhos antigos no Brasil. Eram elaboradas em caráter complementar, ou seja, com o objetivo de satisfazer ao número ou frequência de amostragem estabelecidos para alguns tipos de levantamentos, ou mesmo, para simples confirmação de informações.
- Observação denominação dada à modalidade que envolve somente atividades de campo, sem realização de amostragem. Contempla uma série de procedimentos, nem sempre norteados por critérios rígidos e que ainda assim são contabilizados e são elementos de referência em trabalhos de levantamento de solos. A seguir, são relacionadas as mais comuns.

Observação completa - o perfil de solo é examinado em sua íntegra, contemplando a identificação e separação de horizontes, descrição de sua morfologia e sua classificação. É realizada geralmente em barrancos de estrada ou trincheiras.



Observação parcial - é direcionada a um ou mais horizontes ou camadas em particular, comumente o superficial e o horizonte diagnóstico ou uma camada interna, para efeito de classificação e checagem de limites de unidades de mapeamento. Costumeiramente é realizada em barrancos de estrada ou em trincheiras.

Observação rápida - é quase que somente efetuada para *check* de limites de unidades de mapeamento, sendo a investigação direcionada para alguma característica de alguns dos horizontes ou de camadas principais, tais como textura, cor, drenagem e espessura. Quase sempre é realizada com uso de trado.

Observação específica - é direcionada a determinadas características para atender a demandas específicas. São comuns, por exemplo, em áreas a serem utilizadas com projetos de irrigação, quando têm o propósito de verificar a existência e a profundidade de ocorrência de impedimentos físicos, em profundidade.

1.1.4 Descrição morfológica de perfis de solos

A descrição do solo no campo compreende o registro das suas características, através do estudo e do exame do seu perfil em seu meio natural (Foto 5). Deve incluir a delimitação

dos horizontes e/ou camadas, com identificação e registro das características morfológicas de cada um(a) individualmente, caracterizando a transição entre eles(as), a profundidade e espessura, a cor, a textura, a estrutura, a consistência e demais características, cujas conceituações são apresentadas em seguida. Após a descrição, procede-se à coleta de amostras.

No Apêndice 2 desta publicação consta uma ficha (Figura 54) que tem o propósito de auxiliar



Foto 5 - Equipe em atividade de descrição de perfil e coleta de amostras. Luiz Alves (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

a descrição dos solos no campo, e, nela, constam as principais informações ou características que necessitam ser levantadas ou investigadas, sendo que na maioria dos casos, são disponibilizados espaços (pequenos boxes) na mesma, com as alternativas de caracterização, através do processo de múltipla escolha.

Também com o mesmo propósito, a Fundação IBGE está disponibilizando concomitantemente uma versão compacta deste Manual, o *Guia prático de campo*, contendo exclusivamente informações direcionadas para a descrição de perfis de solos no campo, que estão dispostas em ordem sugerida de abordagem no ato da descrição de um perfil.



1.1.4.1 Preparação da seção do perfil para exame, descrição e coleta

- Escolha da seção de exame a seção do perfil para os trabalhos, sempre que possível, deve estar posicionada de forma que seja contemplada com uma boa iluminação, uniforme em toda a sua extensão. Muitas vezes, quando há incidência vertical da luz do sol sobre esta, formam-se pontos de sombra, principalmente em horários de meio do dia (comumente entre 11 e 15 horas) e, de maneira análoga, quando há incidência frontal da luz solar, há formação de "reflexos" que são prejudiciais à tomada de fotos e mesmo ao exame do perfil, tais situações devem ser evitadas. Muitas vezes, é preferível que não haja incidência direta da luz solar, ou seja, a seção pode ficar em condição de sombra, desde que o ambiente como um todo apresente boa claridade. Por tal razão, quando da abertura de trincheiras o seu posicionamento deve ser de forma a deixar alternativas em relação à posição do sol (ver item 1.2.1.1.3).
- Limpeza e regularização da seção esta regularização deve proporcionar o realce dos contrastes entre os diversos horizontes e possibilitar a tomada de fotografias (Fotos 6 e 7).



Foto 6 - Abertura e preparo de seção de solo para exame e coleta. Soledade (PB). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.



Foto 7 - Limpeza de barranco (seção) para exame e coleta. Ponte Nova (MG). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

• Dimensões mais adequadas da seção - não existem especificações oficiais. Em trabalhos corriqueiros de levantamentos, a experiência mostra que uma seção de 120cm de largura é suficiente para toda a amostragem e os exames necessários. Por sua vez, a dimensão vertical deve buscar atender ao estipulado para a seção de controle de cada classe de solo conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS, que tem seu limite fixado em 200cm, com algumas exceções para Latossolos e Espodossolos.

A Foto 8 mostra algumas medidas recomendadas para a seção, de caráter geral. Devese, entretanto, considerar que em situações de ocorrência de contato lítico, da rocha matriz ou de algum tipo de impedimento físico antes desta profundidade, é suficiente estender a seção até estas ocorrências.

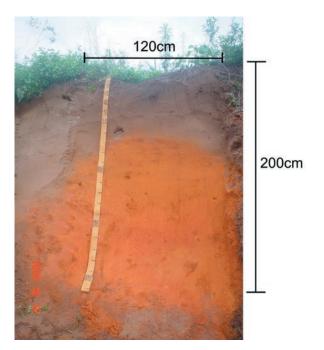


Foto 8 - Dimensões para a seção de exame. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Muitas outras vezes, embora aconselhável, não é necessário alcançar a profundidade de 200cm, pois os horizontes ou camadas diagnósticas definidoras do solo encontram-se a profundidades menores. Nestes casos, deve-se registrar a continuidade ou não da última camada ou horizonte examinado, através do emprego do símbolo (+) após o registro da profundidade inferior. É importante que se consiga visualizar e caracterizar com clareza os horizontes diagnósticos para efeito de enquadramento taxonômico.

Em caso de solos muito profundos, recomenda-se preparar a seção de exame com dimensão vertical adequada e equivalente ao tamanho do examinador, de forma que o mesmo consiga uma visão satisfatória e confortável da parte mais

superficial do perfil, aprofundando-se a mesma, em algum ponto da base da seção, na medida em que houver necessidade.

• Preparação para registro fotográfico - neste caso, além de uma fita graduada (de material resistente, preferencialmente impermeável e fosco) com largura entre 5 e 10cm, comprimento mínimo de 200cm e marcação a cada 5 ou 10cm (Foto 9), é interessante e bastante prático a utilização de um dispositivo (placa ou quadro com aproximadamente 20 x 30cm) em que se possa registrar os dados referentes ao solo coletado, tais como: o projeto, localização e numeração correspondente, visando à tomada da fotografia. Para evitar a confecção de uma placa específica para cada perfil fotografado ou analisado, alguns pedólogos utilizam um tipo de placa, dotada de orifícios, onde letras e caracteres numéricos especiais podem ser colocados e substituídos na medida do necessário em cada situação (Foto 10).



Foto 9 - Preparo do perfil em barranco para fotografia e exame. Poconé (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 10 - Placa utilizada para identificação de perfis de solos em fotografias. Foto: Sergio Hideiti Shimizu.



Foto 11 - Exame e descrição de um perfil de solo. Chapada dos Guimarães (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

 Identificação e separação de horizontes - depois de preparado e fotografado, dá-se início ao trabalho de identificação e separação dos vários horizontes ou camadas, considerando-se as variações das diversas características morfológicas, principalmente cor, estrutura, textura e consistência (Foto 11) e, em seguida, procede-se à separação e identificação dos horizontes e/ou camadas do perfil (Foto 12).

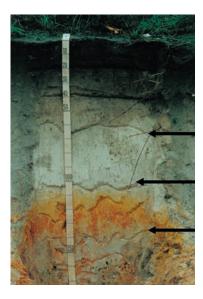


Foto 12 - Exemplo de perfil com horizontes separados. Natividade (TO). Foto: Glailson Barreto Silva.

1.1.4.2 A descrição da morfologia dos perfis de solos

Descrições criteriosas, objetivas e precisas são a base da identificação e classificação de solos, nada pode substituí-las. Sem boas descrições de perfis, os dados de laboratório não podem ser devidamente interpretados e os solos não podem ser corretamente enquadrados nos sistemas taxonômicos, fatos que levam a avaliações errôneas de suas potencialidades e comprometem a qualidade dos diversos trabalhos.

Ao se efetuar a descrição do solo (Foto 13), deve ser observada a natureza do material de origem, se coluvial ou aluvial (alóctone ou pseudoautóctone) ou alterado a partir da

rocha local (autóctone). Em caso de dúvida, recomendase coletar amostras de rochas presentes nos locais de coleta de solos, preferencialmente localizadas na parte inferior do perfil, para fins de esclarecimento posterior.

Quando houver diferença textural muito grande entre os horizontes superficiais e subsuperficiais, deve-se verificar a possibilidade da camada superior ser resultante de nova sedimentação ou coluviação (observar se há presença de fragmentos grosseiros desarestados alinhados ou mesmo dispersos no corpo do solo, que possam indicar descontinuidade entre horizontes ou camadas).



Foto 13 - Descrição de perfil de solo. Catumbela (Angola). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.

Observar a seguinte sequência no ato da descrição:

Proceder à descrição da morfologia e características físicas de cada horizonte, ou camada e fazer a classificação do solo. Transcrever os dados para fichas apropriadas, conforme modelo constante no Apêndice 2; e

Relacionar os tipos de análises necessários e eventuais características que necessitem ser melhor definidas em laboratório.



1.1.5 Nomenclatura de horizontes e camadas de solos

1.1.5.1 Definição de horizontes e camadas do solo

Por **horizonte** do solo deve-se entender uma seção de constituição mineral ou orgânica, à superfície do terreno ou aproximadamente paralela a esta, parcialmente exposta no perfil e dotada de propriedades geradas por processos formadores do solo que lhe confere características de inter-relacionamento com outros horizontes componentes

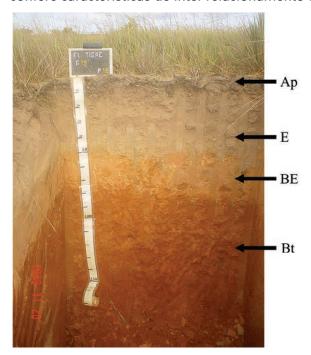


Foto 14 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, constituído por sequência de horizontes genéticos. El Tigre (Venezuela). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

do perfil (Foto 14), dos quais se diferencia em virtude da diversidade de propriedades resultantes da ação da pedogênese.

Derivado de *Soil survey manual* (1962).

Por horizonte genético deve-se entender diferenciações qualitativas em determinadas seções dos perfis de solos, condicionadas pelos diferentes graus de alteração por que passam o material de origem. Tais diferenças são avaliadas por meio de atributos ou conjunto deles, que levam a uma distinção destas, com as demais seções do perfil.

Horizontes genéticos (pedogênicos) podem ser preferidos (escolhidos) ou não para concessão de prerrogativa taxonômica, em termos de

características diferenciais para estabelecimento e distinção de classes em sistemas taxonômicos. Quando escolhidos passam a ser também horizontes diagnósticos.

A conceituação de **horizonte diagnóstico** constitui matéria pertinente ao estabelecimento de requisito referente a um conjunto de propriedades selecionadas, em grau arbitrado como expressivo, por razão de conveniência (arbítrio) para construção taxonômica, adotado para criar, identificar e distinguir classes (táxons) de solos.

No referente aos horizontes pedogênicos, a conceituação é de natureza mais genética e o enunciado das definições é ordinariamente mais qualitativo. No caso dos horizontes diagnósticos, as conceituações são mais de tendência distintiva (fins taxonômicos de delimitação de classes) e o enunciado das definições é desejavelmente mais quantitativo.

Portanto, horizontes genéticos (pedogênicos) nem sempre são diagnósticos de classes de solos. No SiBCS para boa parte deles, são estabelecidas condições quase sempre de espessura para que sejam diagnósticos de classes em alguns de seus níveis categóricos.

Por camada, deve-se entender uma seção de constituição mineral ou orgânica à superfície do terreno ou aproximadamente paralela a esta, parcialmente exposta no perfil do solo e possuindo conjunto de propriedades não resultantes ou pouco influenciadas pela atuação dos processos pedogenéticos. A Foto 15 mostra um perfil de solo de natureza aluvionar, constituído por sucessão de camadas sobrepostas.

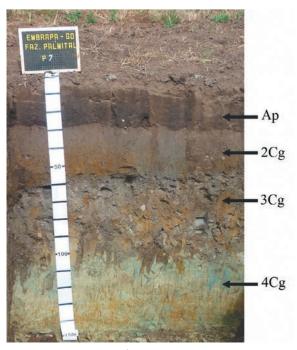


Foto 15 - GLEISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico neofluvissólico, constituído de diversas camadas estratificadas. Brazabrantes (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Derivado de Soil survey manual (1981).

1.1.5.2 Definição de símbolos e sufixos de horizontes e camadas

A seguir, são caracterizados sucintamente os símbolos e notações de horizontes e camadas de solo adotados no Brasil. Definições pormenorizadas podem ser encontradas na publicação *Definição e notação de horizontes e camadas do solo* (1988), da EMBRAPA.

Para a designação dos horizontes e camadas do solo, são empregadas letras maiúsculas, minúsculas e números arábicos. As letras minúsculas são usadas como sufixos para qualificar distinções específicas dos horizontes ou camadas principais, diagnósticos ou não, enquanto as maiúsculas são usadas para designar horizontes ou camadas principais, horizontes transicionais ou combinações destes.

Prefixos numéricos (ex.: 2, 3, etc.) são usados para denotar descontinuidade litológica. Por convenção o 1 não é mostrado, ex.: A, E, Bt1, 2Bt2, 2BC, 3C1, 3C2. Sufixos numéricos são usados para subdivisão de horizontes principais em profundidade. A divisão é feita a partir da parte superior do horizonte, de forma sucessiva, sendo o símbolo numérico colocado após todas as letras usadas para designar o horizonte. Ex. A1, A2, E, Bt1, Bt2, Bt3, BC e C.



A numeração é reiniciada sempre que houver mudança de simbolização alfabética na sequência vertical de horizontes. Ex.: Bt1, Bt2, Btx1, Btx2; C1, C2, Cg1, Cg2. Para horizonte A ou H qualificados com sufixo p, a numeração não é reiniciada.

Observações:

- prefixo numérico pode ser usado em R, se admitido que o material originário do solo não foi produzido por rocha da mesma natureza da subjacente;
- em caso de Organossolos, não se usam os prefixos numéricos para expressar material contrastante;
- em caso de ocorrer dois ou mais horizontes com a mesma designação, separados por horizontes ou camadas de natureza diversa, usa-se o símbolo (') posposto à letra maiúscula designativa do segundo horizonte repetido na sequência, como no exemplo: A, E, BE, Bhs, E', BC, ou Hd, C, H'd, C;
- caso raro de ocorrência de três horizontes com a mesma designação no mesmo perfil, usa-se o símbolo duplo ("), posposto à letra maiúscula designativa do 3º horizonte;
- quando cabível o uso de mais de um sufixo, as letras d, i, o, h, s, t, u, r, w têm precedência sobre os demais sufixos necessários para completar a designação integral de horizontes ou camadas; e
- sufixo *b*, conotativo de horizonte enterrado, deve ser precedido de outro sufixo, quando em notação binária, como, por exemplo, Btb.

1.1.5.3 Símbolos de horizontes e camadas

A seguir é apresentada de forma sintética, a conceituação de símbolos e sufixos utilizados para designação de horizontes e camadas.

- **O** Horizonte ou camada superficial de cobertura, de constituição orgânica, sobreposto a alguns solos minerais, podendo estar ocasionalmente saturado com água.
- **H** Horizonte ou camada de constituição orgânica, superficial ou não, composto de resíduos orgânicos acumulados ou em acumulação sob condições de prolongada estagnação de água, salvo se artificialmente drenado.
- A Horizonte mineral, superficial ou em sequência a horizonte ou camada O ou H, de concentração de matéria orgânica decomposta e perda ou decomposição principalmente de componentes minerais. (Fe, Al e argila).
- **AB** (ou **AE**) Horizonte subsuperficial transicional, com predomínio de características de horizonte A e algumas características de horizonte B (ou E).
- A/B (ou A/E ou A/C) Horizonte intermediário mesclado com partes de horizonte A e de horizonte B (ou A e E ou A e C), porém com predomínio de material de A.
- **AC** Horizonte subsuperficial transicional, com predomínio de características de horizonte A e algumas características de horizonte C.



- **E** Horizonte mineral, cuja característica principal é a perda de argilas silicatadas, óxidos de ferro e alumínio ou matéria orgânica, individualmente ou em conjunto, com resultante concentração residual de areia e silte, constituídos de quartzo ou outros minerais resistentes e/ou resultante descoramento.
- **EA** (ou EB) Horizonte subsuperficial transicional, com predomínio de características de horizonte E e algumas características de horizonte A (ou B).
- **E/A** Horizonte transicional mesclado com partes de horizonte E e de horizonte A, porém com predomínio de material de E.
- E e Bt Presença de lamelas (Bt), dentro de horizonte E.
- B e E Presença de delgados horizontes B dentro de horizonte E.
- **BA (ou BE)** Horizonte subsuperficial transicional, com predomínio de características de horizonte B e algumas características de horizonte A (ou E).
- **B/A (ou B/E)** Horizonte intermediário mesclado com partes de horizonte B e de horizonte A (ou E), porém com predomínio de material de B.
- **B** Horizonte subsuperficial de acumulação de argila, Fe, Al, Si, húmus, CaCO₃, CaSO₄, ou de perda de CaCO₃, ou de acumulação de sesquióxidos; ou com bom desenvolvimento estrutural.
- **BC** Horizonte subsuperficial transicional, com predomínio de características de horizonte B e algumas características de horizonte C.
- **B/C** Horizonte intermediário mesclado com partes de horizonte B e de horizonte C, porém com predomínio de material de B.
- **CB** (ou CA) Horizonte subsuperficial transicional, com predomínio de características de horizonte C e algumas características de horizonte B (ou A).
- C/B (ou C/A) Horizonte intermediário mesclado com partes de horizonte C e de horizonte B (ou A), porém com predomínio de material de C.
- **C** Horizonte ou camada mineral de material inconsolidado sob o *solum*, relativamente pouco afetado por processos pedogenéticos, a partir do qual o *solum* pode ou não ter se formado, sem ou com pouca expressão de propriedades identificadoras de qualquer outro horizonte principal.
- **F** Horizonte ou camada de material mineral consolidada sob A, E ou B, rico em ferro e ou alumínio e pobre em matéria orgânica, proveniente do endurecimento irreversível da plintita, ou originado de formas de concentração possivelmente não derivadas de plintita, inclusive promovidas por translocação lateral de ferro e/ou alumínio.
- **R** Camada mineral de material consolidado, duro, que constitui substrato rochoso contínuo, ou praticamente contínuo, a não ser pelas poucas e estreitas fendas que pode apresentar.



1.1.5.4 Sufixos de Horizontes e Camadas

a - Propriedades ândicas

Usado com A, B e C para designar constituição dominada por material amorfo, de natureza mineral, oriundo de transformações de materiais vulcanoclásticos.

b - Horizonte genético enterrado

Usado com O, A, E, B e F para designar horizontes enterrados, se suas características pedogenéticas principais puderem ser identificadas como tendo sido desenvolvidas antes do horizonte ser enterrado. Não deve ser usado com H e com horizonte sômbrico.

c - Concreções ou nódulos endurecidos

Usado com A, E, B e C para designar acumulação significativa de concreções ou nódulos, cimentados por material outro que não seja sílica. Aplica-se para o caso de concreções de ferro, alumínio, manganês e titânio.

d - Acentuada decomposição de material orgânico

Usado com O e H para designar muito intensa ou avançada decomposição do material orgânico, do qual pouco ou nada resta de reconhecível da estrutura dos resíduos de plantas, acumulados conforme descrito nos horizontes O e H.

e - Escurecimento da parte externa dos agregados por matéria orgânica não associada a sesquióxidos

Usado com B e parte inferior de horizontes A espessos, para designar horizontes mais escuros que os contíguos, podendo ou não ter teores mais elevados de matéria orgânica, não associada com sesquióxidos, do que o horizonte sobrejacente. Acumulações não resultantes de iluviação de óxidos de alumínio e ferro com matéria orgânica (h ou s); sódio (n), argila (parte de t), enterramento (b).

f - Material plíntico e/ou bauxítico brando (plintita)

Usado com A, B e C para designar concentração localizada (segregação) de constituintes minerais secundários, ricos em ferro e/ou alumínio, em qualquer caso, pobre em matéria orgânica e em mistura com argila e quartzo. Indicativo de presença de plintita.

g - Glei

Usado com A, E, B e C para designar desenvolvimento de cores cinzentas, azuladas, esverdeadas ou mosqueamento bem expresso dessas cores, decorrentes da redução e mobilização do ferro e/ou manganês, com ou sem segregação.

Obs. O símbolo g é aplicado fundamentalmente pela coloração conforme acima, e evidencia condição hidromórfica atual ou pretérita.



h - Acumulação iluvial de matéria orgânica

Usado exclusivamente com B para designar relevante acumulação iluvial, predominante de matéria orgânica humificada combinada com alumínio e apresentando pouca ou nenhuma evidência de ferro eluvial. São identificados em horizontes com dominância de cores escuras, com valores \leq que 4 e cromas \leq que 3. Quando usado em combinação com s, o componente oxídico é relevante, porém as cores, em geral, apresentam valores menores ou iguais a 3 e no máximo 4.

i - Incipiente desenvolvimento de horizonte B

Usado exclusivamente com B para designar transformações pedogenéticas expressas por: a) decomposição fraca ou pouco adiantada do material de origem, bem como pouco intensa alteração química dos constituintes minerais, originais e secundários, associadas à formação de argilas, ou desenvolvimento de cor, ou de estrutura, em acréscimo à maior, menor ou total obliteração de estrutura original da rocha preexistente; e b) desenvolvimento de cor (matiz mais intensa, vermelha ou amarela) em materiais areno-quartzosos edafizados, subjacente a A ou E.

Em qualquer dos casos, há inexpressiva ou nula evidência de enriquecimento de constituintes minerais secundários ou matéria orgânica, iluvial ou não.

Obs.: Horizontes coadunantes com este conceito, precedidos por outro, que apresente maior expressão pedogenética e que ocorra sob o A, não são reconhecidos como Bi e sim como BC ou C.

j -Tiomorfismo

Usado com H, A, B e C para designar material palustre, permanente ou periodicamente alagado, de natureza mineral ou orgânica, rico em sulfetos (material sulfídrico).

k - Presença de carbonatos

Usado com A, B e C para designar presença de carbonatos alcalino-terrosos, remanescentes do material originário, sem acumulação, comumente carbonato de cálcio.

$ar{\mathbf{k}}$ - Acumulação de carbonato de cálcio secundário

Usado com A, B e C para designar horizonte de enriquecimento com carbonato de cálcio secundário, contendo, simultaneamente, 150g.kg⁻¹ de solo ou mais de carbonato de cálcio equivalente sob qualquer forma de segregação, inclusive nódulos e/ou concreções, e no mínimo 50g.kg⁻¹ a mais que o horizonte subjacente, ou que o horizonte C, ou que o material de origem.

m - Extremamente cimentado

Usado com B e C para designar cimentação pedogenética extraordinária e irreversível (mesmo sob prolongada imersão em água), contínua ou quase contínua, em mais de 90% do material observado embora possa apresentar fendas ou cavidades.



n - Acumulação de sódio trocável

Usado com H, A, B e C para designar acumulação de sódio trocável, expresso por 100. Na/T ≥ 6%, acompanhada ou não de acumulação de magnésio trocável.

o - Material orgânico mal ou não decomposto

Usado com O ou H para designar incipiente ou nula decomposição do material orgânico.

- do Material orgânico intermediário entre d e o, com predomínio de d.
- od Material orgânico intermediário entre d e o, com predomínio de o.

p - Aração ou outras pedoturbações

Usado com H, O ou A para indicar modificações da camada superficial pelo cultivo, pastoreio, ou outras pedoturbações de natureza antrópica. Um horizonte mineral, presente na superfície, modificado por pedoturbações, mesmo que perceptível sua condição anterior de E, B ou C, passa a ser reconhecido como Ap. Quando orgânico é designado como Hp ou Op.

q - Acumulação de sílica

Usado com B ou C para designar acumulação de sílica secundária (opala e outras formas de sílica). Quando há acumulação contínua ou quase contínua por sílica, devese utilizar os sufixos **qm**.

qm - Usado com B ou C para designar acumulação de sílica secundária, em caso de ocorrer cimentação contínua por sílica.

r - Rocha branda ou saprolito

Usado com C para designar presença de camada de rocha subjacente, intensamente ou pouco alterada, desde que branda ou semibranda. Esta notação identifica presença de saprolito.

s - Acumulação iluvial de sesquióxidos com matéria orgânica

Usado exclusivamente com horizonte B para indicar relevante acumulação iluvial ou de translocação lateral interna no solo de complexos organo-oxídicos dispersíveis, em que os óxidos de alumínio e ferro são dominantes ou codominantes. O horizonte é usualmente identificado por cores vivas com valor 4 ou 5 (máximo de 6) e cromas variando de 4 a 8.

t - Acumulação de argila

Usado exclusivamente com B para designar relevante acumulação ou concentração de argila. A evidencia de acumulação pode ser expressa pela existência de gradiente textural (item 2.2.1.1.36) e por presença de cerosidade melhor expressa que fraca e pouca.



u - Modificações e acumulações antropogênicas

Usado com A, O e H para designar horizonte formado ou modificado pelo uso prolongado do solo, tais como lugar de residência, de cultivo prolongado, contendo fragmentos de cerâmica e/ou artefatos líticos e/ou restos de ossos e/ou conchas, em mistura ou não com material original.

v - Características vérticas

Usado com B ou C que apresentem tais características, como horizontes vérticos (item 2.2.1.4.11) ou horizontes ou camadas que apresentem caráter vértico (item 2.2.1.1.28)

w - Intensa alteração com inexpressiva acumulação de argila, com ou sem concentração de sesquióxidos.

Usado exclusivamente com B para designar intensa alteração com inexpressiva acumulação de argila, com ou sem concentração de sesquióxidos.

x - Cimentação aparente, reversível

Usado com B ou C e ocasionalmente E, para designar cimentação aparente, reversível. Emprega-se rotineiramente no caso de horizonte fragipã (item 2.2.1.5.2).

y - Acumulação de sulfato de cálcio

Usado com B ou C para indicar acumulação de sulfato de cálcio.

z - Acumulação de sais mais solúveis em água fria que sulfato de cálcio

Usado com H, A, B ou C para indicar acumulação de sais mais solúveis em água fria que sulfato de cálcio.

1.1.6 Características morfológicas

1.1.6.1 Transição entre horizontes e camadas do solo

Descreve-se como transição entre horizontes ou camadas, a faixa de separação entre os mesmos, definida em função da sua nitidez ou contraste e topografia.

 Quanto à nitidez ou contraste considera-se a espessura, e a transição é classificada como:

Abrupta - quanto a faixa de separação é menor que 2,5cm;

Clara - quando a faixa de separação varia entre 2,5 e 7,5cm;

Gradual - quando a faixa de separação varia entre 7,5 e 12,5cm; e

Difusa - quando a faixa de separação é maior que 12,5cm.

Quanto à topografia (Figura 1) a transição é classificada como:



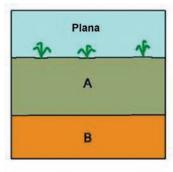
Plana - quando a faixa de separação dos horizontes é praticamente horizontal, paralela à superfície do solo;

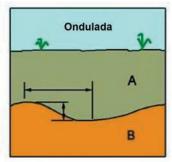
Ondulada - quando a faixa de separação é sinuosa, sendo os desníveis, em relação a um plano horizontal, mais largos que profundos;

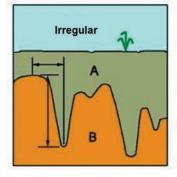
Irregular - quando a faixa de separação dos horizontes apresenta, em relação a um plano horizontal, desníveis mais profundos que largos; e

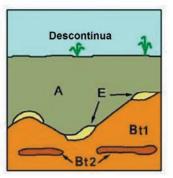
Descontínua - quando a separação entre os horizontes não é contínua. Neste caso, partes de um horizonte estão parcial ou completamente desconectadas Adaptado de Schoeneberger e outros (2012) de outras partes desse mesmo horizonte.

Figura 1 - Exemplos de tipos de transição quanto à topografia









A Foto 16 mostra um exemplo de perfil de solo que apresenta entre seus horizontes todas as classes de transição no que diz respeito à topografia e três das quatro classes de transição no que concerne a contraste.

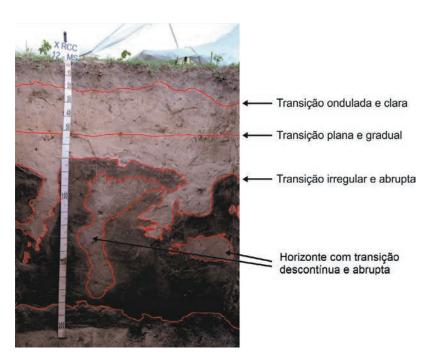


Foto 16 - Exemplos de diferentes tipos de transição em um mesmo perfil de solo. Corumbá (MS). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.



Observação: As informações referentes à transição devem ser registradas ao final da descrição morfológica de cada horizonte ou camada, considerando a sequência: topografia - nitidez. Exemplo: transição irregular e clara.

1.1.6.2 Profundidade e espessura dos horizontes e camadas

Em alguns solos a profundidade dos limites dos horizontes ou camadas, varia dentro da seção de exame, ou seja, a topografia da linha ou da faixa de transição não é plana. Deve-se então registrar a profundidade e a espessura verificadas na parte do perfil que é mais comum ou representativa no local da seção do exame. A profundidade do limite inferior de um horizonte coincide com a do limite superior do horizonte subjacente.

Após a separação dos horizontes ou camadas, deve-se proceder à tomada de suas profundidades e espessuras de acordo com os seguintes critérios:

 - A profundidade é obtida colocando-se uma fita métrica ou trena na posição vertical, fazendo-se coincidir o zero da mesma com a parte superior do horizonte ou camada superficial do solo (Foto 17), independente de sua natureza e fazendo-se a leitura de cima para baixo a partir da marca zero.



Foto 17 - Posicionamento da fita métrica para tomada de profundidade e espessura dos horizontes. Santa Maria da Boa Vista (PE). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.

Observação: Já foi usual iniciar a tomada da profundidade colocando-se o zero da fita a partir do primeiro horizonte ou camada mineral, sendo que eventuais horizontes ou camadas orgânicas presentes acima deste(a) tinham a sua medida tomada de maneira inversa, ou seja, da base para o topo da camada, o que há muito não é mais empregado.



Para cada um dos horizontes ou camadas identificados, deve-se anotar a medida observada nos seus limites superior e inferior. No caso de horizontes ou camadas com limites de transição ondulada ou irregular, anota-se o valor médio e, em seguida, entre parênteses, os valores máximos e mínimos, conforme exemplos abaixo. Deve-se juntamente anotar a unidade utilizada, preferencialmente centímetros.

- A espessura deve ser registrada ao final da descrição morfológica, após a descrição da transição, entre parênteses, sempre que o horizonte ou camada for limitado por transição ondulada ou irregular em um de seus limites, e deve contemplar o valor máximo e o mínimo, conforme exemplo da Foto 18.

Para caso de horizontes ou camadas apresentando transição ondulada ou irregular em ambos os limites (superior e inferior), e em razão disso, com profundidades e espessuras variáveis em cada um deles, registra-se para as profundidades o valor médio de ambos e, em seguida ao limite inferior de cada um, entre parênteses, registram-se os valores máximos e mínimos.

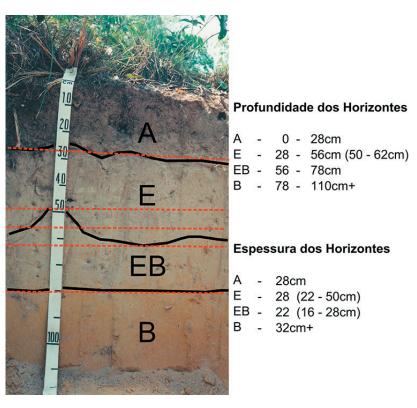
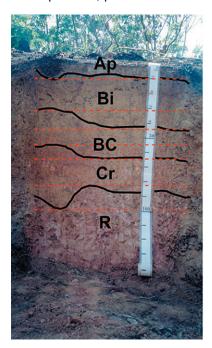


Foto 18 - Exemplo de tomada de profundidades e espessuras para solos com transição plana e ondulada. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Para a espessura, procede-se como na situação anterior, ou seja, registra-se ao final da descrição morfológica, após a descrição da transição, entre parênteses, sempre que o horizonte ou camada for limitado por pelo menos uma transição ondulada ou irregular em um de seus limites, os valores máximos e mínimos.

Obs.: Considerar para o cálculo, a diferença entre a menor profundidade do limite superior e a maior profundidade do limite inferior como a maior espessura, e a diferença entre a maior profundidade do limite superior e a menor profundidade do limite inferior como a menor espessura, para cada horizonte, conforme exemplo da Foto 19.



Profundidade dos horizontes/camada

9cm

Bi - 9 - 38cm (32 - 44cm) BC - 38 - 58,5cm (52 - 65cm) Cr - 58,5 - 90,5cm (83 - 98cm)

R - 90,5 - 140cm+

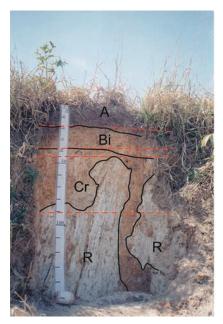
Espessura dos horizontes/camada

9cm

29cm (23 - 35cm) Bi -BC-20,5cm (14 - 27cm) 32cm (24,4 - 39,5cm) Cr -49,5cm+ (42 - 57cm)

Foto 19 - Exemplo de tomada de profundidades e espessuras para solos com mais de um horizonte ou camada apresentando transição ondulada e irregular. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira

No caso de horizontes com limites complexos, como, por exemplo, transição descontínua, deve-se registrar o fato no campo Observações, conforme nota abaixo e proceder de acordo com exemplo da Foto 20.



Profundidade dos horizontes e camada

0 - 18cm

18 - 41cm (38 - 44cm)

41 - 91cm (44 - 150cm)

91 - 150cm+

Espessura dos horizontes e camada

- 0 - 18cm

Bi - 23cm (20 - 26cm) Cr - 50cm (6 - 112cm+)

- 82,5cm (59 - 106cm+)

Foto 20 - Exemplo de tomada de profundidades e espessuras para solos com transição descontínua, entre horizontes ou camadas. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

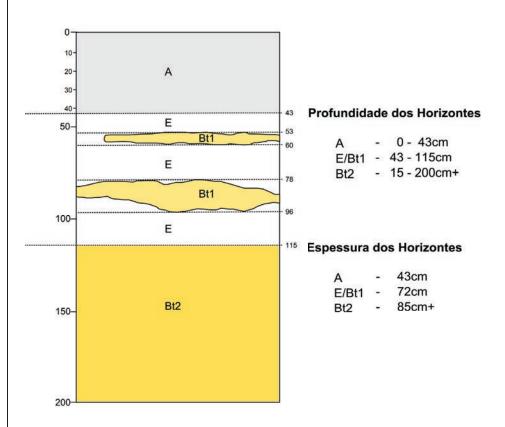


Observação: O limite inferior do horizonte Cr na Foto 20 varia predominantemente entre as profundidades de 44 e 91cm, havendo, porém, línguas que se estendem até o final da trincheira (150cm).

No caso de horizonte com transição descontínua ocorrendo disperso dentro de outros horizontes (Foto 16), ou no caso de lamelas satisfazendo ou não as condições de espessura para horizonte B textural, pela dificuldade natural ou mesmo pela impossibilidade de tomar a profundidade e espessura dos mesmos, recomenda-se registrar o fato no campo **Observações** e para tomada de profundidade e espessura, proceder como indicado na Figura 2, que toma as referidas medidas como um horizonte único. A descrição da morfologia e a caracterização analítica deverão ser feitas separadamente para cada horizonte, mantendo-se iguais os valores de profundidade e espessura em ambos os casos.

No campo **Observações**, especificar o tipo de ocorrência verificado (se lamelas ou horizontes fragmentados).

Figura 2 - Exemplo de tomada de profundidades e espessuras para solos com ocorrência de lamelas



IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais

1.1.6.3 Cor

As cores dos solos são mais convenientemente definidas por meio de comparação com cartas de cores.

Normalmente, utiliza-se para determinação de cores de solos, parte da coleção de cores do livro *Munsell (Munsell book of color)*. Esta parte do livro, também denominada *Munsell soil color charts* (1994, 2009), contém somente aquela porção de cores necessária para a caracterização dos solos.

Matiz é uma medida da composição cromática da luz que atinge o olho humano. O sistema Munsell está baseado em cinco matizes principais: cor vermelha (R); cor amarela (Y); cor verde (G); cor azul (B); e cor roxa (P). Cinco matizes intermediários representando pontos entre cada dois matizes principais completam os dez matizes mais usados na descrição das cores. Os intermediários correspondem às cores vermelho-amarela (YR), amarela-verde (GY), verde-azul (BG), azul-roxo (PB) e roxovermelho (RP).

Cada um dos dez principais matizes é dividido em quatro segmentos de igual dimensão, que são designados por valores numéricos aplicados como prefixos ao símbolo do matiz, como pode ser observado na Figura 3.

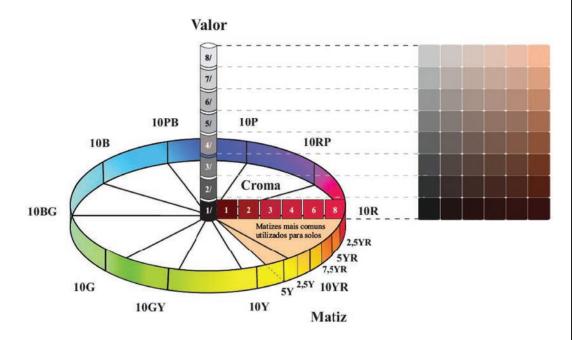


Figura 3 - Esquema conceitual tridimensional do sistema de ordenação de cores de Munsell

Ilustração: Glória Vanicore Ribeiro

IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais



As principais ou mais comuns edições do *Munsell soil color charts*, contêm sete cartas (correspondentes a sete notações de matiz) que somam 199 padrões de cores, organizados com base nas variáveis matiz, valor e croma, apresentados na forma de caderno ou caderneta (Figura 4).

HUE 2.5Y

SOIL COLOR NAMES

white

N/8/

8/6

8/6

8/6

8/6

7/6

7/8

SOIL COLOR CHART

2.5Y

MUNSELL® SOIL COLOR CHART

3.5Y

MUNSELL® SOIL COLOR CHART

4.5Y

MUNS

Figura 4 - Arranjamento de notações e padrões de cores em uma carta de cores para solos

IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais

As notações de matiz comumente empregadas para solos em número de sete, são representadas pelos símbolos 10R, 2,5YR, 5YR, 7,5YR, 10YR, 2,5Y e 5Y, que são formados pelas iniciais em inglês das cores que entram em sua composição (R de *red* - vermelho; Y de *yellow* - amarelo eYR de *yellow-red* - vermelho-amarelo), precedidos de algarismos arábicos de 0 a 10, organizados a intervalos de 2,5 unidades.

Dentro de cada composição de matiz (R,YR ouY), os algarismos crescem da esquerda para a direita da caderneta, representando o aumento da participação do amarelo em detrimento da participação do vermelho. O ponto 0 de cada composição de matiz, coincide com o ponto de máxima participação da composição anterior e não é representado. Assim os símbolos de matiz variam sempre de 2,5 a 10 para cada composição, sendo 5 a posição central.

As notações de valores indicam a maior ou menor participação do branco ou do preto (claridade ou escurecimento) em relação a uma escala neutra (acromática) e variam de 0 a 10, posicionadas em escala vertical no lado esquerdo das páginas das cartas, aumentando a intervalos regulares da base para o topo. A notação zero corresponde ao preto absoluto e o 10 ao branco absoluto.



As notações de cromas indicam o grau de saturação pela cor espectral. São representadas horizontalmente no fundo das páginas das cartas, aumentando de 0 a 8 (no caso das cartas de solos). O croma zero corresponde a cores absolutamente acromáticas (branco, preto e cinzento) e na sua representação a notação de matiz é substituída pela letra N de neutra.

Em síntese, os cadernos ou cadernetas de cores para solos contêm comumente sete cartas ou cartões de cores, correspondentes a sete notações de matiz, sendo cada uma delas constituída de duas páginas, ambas contendo o respectivo símbolo em sua parte superior. Na página da direita, constam os vários padrões de cores pertinentes àquela notação de matiz, junto a perfurações em forma de círculo, que têm o objetivo de facilitar a comparação das amostras com os diversos padrões de cores. Na página da esquerda, constam os códigos de notação de valor e croma correspondentes a cada padrão de cor, junto ao nome da cor em inglês.

Cabe esclarecer que são encontradas no mercado, outras cadernetas de cores e também outras edições da *Munsell soil color charts* contendo mais de sete notações de matiz, contemplando cores mais vermelhas que 10R e mais amarelas que 5Y e mantendo o mesmo arranjamento.

1.1.6.3.1 Determinação da cor do solo em campo

Para a seleção correta da carta ou cartão do matiz no qual a cor da amostra está inserida, aconselha-se posicionar a amostra do lado direito da caderneta de cores aberta (Foto 21), e alternando-se as páginas das várias cartas, proceder a comparação da cor da amostra com o conjunto de padrões de cores constantes em cada notação de matiz.

Após selecionada a carta do matiz, obtém-se as notações de valor e croma por comparação direta da amostra de solo com cada um dos padrões de cores constantes na mesma. Para isto, deve-se aproximar a amostra do verso da página que contém os padrões de cores (Foto 22), e proceder a comparação posicionando a mesma nas perfurações existentes, até se detectar o padrão de cor mais parecido. Em poucos casos, a cor da amostra será exatamente igual à da carta, deve-se então anotar a cor mais próxima.

Definidas as cores das amostras, estas devem ser registradas através do código correspondente, que compreende a designação da carta do matiz, seguida pelas notações do valor e do croma e por fim o estado de umidade em que se encontrava a amostra, precedido do nome da cor em português (Quadro 1), conforme exemplo: amarelo brunado (10YR 6/8, úmida).



Foto 21 - Escolha da carta (página) do matiz. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 22 - Determinação da cor da amostra. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Um detalhe importante na determinação da cor do horizonte ou camada é a presença de uma boa iluminação (Foto 23) e do ângulo de incidência dos raios solares. Deve-se procurar manter as mesmas condições de iluminação para todas as amostras do perfil.

Para tomada da cor em condição de amostra úmida, basta umedecer levemente a amostra indeformada. Para o caso de amostra seca, destaca-se uma porção de um torrão seco do horizonte e compara-se com a Carta.

No caso de não existir amostra seca no local da coleta, deve-se procurar uma forma para secar no local ou levar a amostra para tomada de cor posteriormente.



Foto 23 -Tomada de cores em descrição morfológica de perfil de solo em trincheira. Barinas (Venezuela). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Aconselha-se verificar se as cores externas são as mesmas da parte interna dos agregados, e no caso de serem diferentes, tomar as duas e registrar o fato no campo **Observações**.

Os seguintes procedimentos são recomendados para a tomada de cores:

- fazer a determinação da cor em amostra úmida para todos os horizontes do perfil;
- para os horizontes "A" deve-se registrar as cores determinadas em amostra úmida e seca, objetivando a distinção entre os vários tipos;
- no caso de dúvida para identificação de horizonte E, deve-se fazer também a determinação da cor em amostra seca para o mesmo;
- deve-se especificar se a determinação da cor foi feita em amostra seca ou úmida.
 Se houver registro somente de uma notação de cor, fica subentendido que este se refere à cor determinada em amostra úmida. Se houver determinação em amostra seca e úmida usar sempre a sequência: úmida, seca. Exemplo: bruno-escuro (10YR 3/3, úmida) e bruno (10YR 5/3, seca);
- para horizontes hísticos, somente a cor em amostra úmida é suficiente.
- anotar nas descrições de perfis, no item **Observações**, se o perfil foi descrito com chuva, em época seca ou chuvosa, céu nublado, à sombra, dentro da mata, ou seja, informar as condições de luminosidade; e
- restringir ao máximo a interpolação de cores.

Quando estritamente necessário interpolar matizes, procurar fazer o registro final da interpolação com números inteiros que mostrem as tendências de evolução da cor no perfil do solo. Exemplo: Interpolação de matizes 2,5YR e 5YR, porém tendo o perfil tendência para o amarelo, registrar 4YR.

Para interpolação de valores e cromas, usar o valor médio, porém registrar apenas o nome da cor de maior tendência no perfil. Exemplo: Interpolação de cromas: 2,5YR 4/6 e 2,5YR 4/4, com tendência para 2,5YR 4/6, registrar vermelho (2,5YR 4/5).

O Quadro 1 mostra a correspondência entre o nome das cores em português, o nome em inglês e os códigos constantes na *Munsell soil color charts*: with genuine Munsell color chips (2009).



Quadro 1 - Nomes das cores em português para os códigos do livro Munsell soil color charts

(continua)

	Motin ED	(continua			
Matiz 5R					
Valor e Croma	Correspondência em Português	Nome em Inglês Reddish black			
2.5/1 3/1, 4/1	Preto-avermelhado Cinzento-avermelhado-escuro				
5/1, 6/1	Cinzento-avermelhado Cinzento-avermelhado	Dark reddish gray Reddish gray			
7/1	Cinzento-avermentado Cinzento-rosado	Pinkish gray			
8/1	Branco	White			
2.5/2, 2.5/3, 2.5/4	Vermelho muito escuro-acinzentado	Very dusky red			
3/2, 3/3, 3/4	Vermelho-escuro-acinzentado Vermelho-escuro-acinzentado	Dusky red			
4/2, 4/3, 4/4, 5/2, 5/3, 5/4	Vermelho-acinzentado	Weak red			
6/2, 6/3, 6/4, 7/2, 7/3, 7/4	Vermelho-claro-acinzentado Vermelho-claro-acinzentado	Pale red			
2.5/6, 3/6, 3/8	Vermelho-escuro	Dark red			
4/6, 4/8, 5/6, 5/8	Vermelho	Red			
6/6, 6/8, 7/6, 7/8	Vermelho-claro	Light red			
8/2, 8/3, 8/4	Rosa-claro	Light pink			
6/2, 6/3, 6/4	Matiz 7,5R	Light pink			
Valor e Croma	·	Name on Invite			
	Correspondência em Português	Nome em Inglês Reddish black			
2.5/1	Preto-avermelhado Cinzento-avermelhado-escuro				
3/1, 4/1	Cinzento-avermelhado-escuro Cinzento-avermelhado	Dark reddish gray			
5/1, 6/1	Cinzento-avermeinado Cinzento-rosado	Reddish gray			
7/1 8/1	Branco	Pinkish gray White			
	1 11				
3/2, 3/3, 3/4	Vermelho-escuro-acinzentado	Dusky red			
4/2, 4/3, 4/4, 5/2, 5/3, 5/4	Vermelho-acinzentado	Weak red Pale red			
6/2, 6/3, 6/4, 7/2, 7/3, 7/4	Vermelho-claro-acinzentado	1 4.0 104			
3/6, 3/8	Vermelho-escuro	Dark red			
4/6, 4/8, 5/6, 5/8	Vermelho-claro	Red			
6/6, 6/8, 7/6, 7/8		Light red			
8/2, 8/3, 8/4	Rosa-claro	Light pink			
	Matiz 10R				
Valor e Croma	Correspondência em Português	Nome em Inglês			
2.5/1	Preto-avermelhado	Reddish black			
3/1, 4/1	Cinzento-avermelhado-escuro	Dark reddish gray			
5/1, 6/1	Cinzento-avermelhado	Reddish gray			
7/1	Cinzento-claro	Light gray			
8/1	Branco	White			
2.5/2	Vermelho muito escuro-acinzentado	Very dusky red			
3/2, 3/3, 3/4	Vermelho-escuro-acinzentado	Dusky red			
4/2, 4/3, 4/4, 5/2, 5/3, 5/4	Vermelho-acinzentado	Weak red			
6/2, 6/3, 6/4, 7/2, 7/3, 7/4	Vermelho-claro-acinzentado	Pale red			
8/2	Branco-rosado	Pinkish white			
8/3, 8/4	Rosado	Pink			
3/6	Vermelho-escuro	Dark red			
4/6, 4/8, 5/6, 5/8	Vermelho	Red			
6/6, 6/8, 7/6, 7/8	Vermelho-claro	Light red			
	Matiz 2,5YR				
Valor e Croma	Correspondência em Português	Nome em Inglês			
2.5/1	Preto-avermelhado	Reddish black			
3/1, 4/1	Bruno-avermelhado-escuro	Dark reddish brown			
5/1, 6/1	Cinzento-avermelhado	Reddish gray			
7/1	Cinzento-avermelhado-claro	Ligth reddish gray			
8/1	Branco	White			
2.5/2	Vermelho muito escuro-acinzentado	Very dusky red			
3/2	Vermelho-escuro-acinzentado	Dusky red			
4/2, 5/2	Vermelho-acinzentado	Weak red			
6/2, 7/2	Vermelho-claro-acinzentado	Pale red			
8/2	Branco-rosado	Pinkish white			
2.5/3, 2.5/4, 3/3, 3/4	Bruno-avermelhado-escuro	Dark reddish brown			
4/3, 4/4, 5/3, 5/4	Bruno-avermelhado	Reddish brown			
8/3, 8/4	Rosado	Pink			
3/6	Vermelho-escuro	Dark red			
4/6, 4/8, 5/6, 5/8	Vermelho	Red			
6/6, 6/8, 7/6, 7/8	Vermelho-claro	Ligth red			



Quadro 1 - Nomes das cores em português para os códigos do livro Munsell soil color charts

(continuação)

	Matiz 5YR		
Valor e Croma	Correspondência em Português	Nome em Inglês	
2.5/1	Preto	Black	
3/1	Cinzento muito escuro	Very dark gray	
4/1	Cinzento-escuro	Dark gray	
5/1, 6/1	Cinzento	Gray	
7/1	Cinzento-claro	Light gray	
8/1	Branco	White	
2.5/2, 3/2, 3/3, 3/4	Bruno-avermelhado-escuro	Dark reddish brown	
4/2	Cinzento-avermelhado-escuro	Dark reddish gray	
5/2	Cinzento-avermelhado	Reddish gray	
6/2. 7/2	Cinzento-rosado	Pinkish gray	
8/2	Branco-rosado	Pinkish white	
4/3, 4/4, 5/3, 5/4	Bruno-avermelhado	Reddish brown	
6/3, 6/4	Bruno-avermelhado-claro	Ligth reddish brown	
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Rosado	Pink	
7/3, 7/4, 8/3, 8/4			
4/6, 5/6, 5/8	Vermelho-amarelado	Yellowish red	
6/6, 6/8, 7/6, 7/8	Amarelo-avermelhado	Reddish yellow	
	Matiz 7,5YR		
Valor e Croma	Correspondência em Português	Nome em Inglês	
2.5/1	Preto	Black	
3/1	Cinzento muito escuro	Verydark gray	
4/1	Cinzento-escuro	Dark gray	
5/1, 6/1	Cinzento	Gray	
7/1	Cinzento-claro	Light gray	
8/1	Branco	White	
2.5/2, 2.5/3	Bruno muito escuro	Very dark brown	
3/2, 3/3, 3/4,	Bruno-escuro	Dark brown	
4/2, 4/3, 4/4, 5/2, 5/3, 5/4	Bruno	Brown	
6/2, 7/2	Cinzento-rosado	Pinkish gray	
8/2	Branco-rosado	Pinkish white	
6/3, 6/4	Bruno-claro	Light brown	
,			
7/3, 7/4, 8/3, 8/4	Rosado	Pink	
4/6, 5/6, 5/8	Bruno-forte	Strong brown	
6/6, 6/8, 7/6, 7/8, 8/6	Amarelo-avermelhado	Reddish yellow	
	Matiz 10YR		
Valor e Croma	Correspondência em Português	Nome em Inglês	
2/1	Preto	Black	
3/1	Cinzento muito escuro	Very dark gray	
4/1	Cinzento-escuro	Dark gray	
5/1, 6/1	Cinzento	Gray	
7/1, 7/2	Cinzento-claro	Light gray	
8/1	Branco	White	
2/2	Bruno muito escuro	Very dark brown	
3/2	Bruno-acinzentado muito escuro	Very dark grayish brown	
4/2	Bruno-acinzentado-escuro	Dark grayish brown	
5/2	Bruno-acinzentado	Grayish brown	
6/2	Cinzento-brunado-claro	Light brownish gray	
3/3	Bruno-escuro	Dark brown	
4/3, 5/3	Bruno	Brown	
6/3	Bruno-claro-acinzentado	Pale brown	
7/3, 7/4, 8/2, 8/3, 8/4	Bruno muito claro-acinzentado	Very pale brown	
3/4, 3/6, 4/4, 4/6	Bruno-amarelado-escuro	Dark yellowish brown	
5/4, 5/6, 5/8	Bruno-amarelado	Yellowish brown	
6/4	Bruno-amarelado-claro	Light yellowish brown	
6/6, 6/8	Amarelo-brunado	Brownish yellow	
6/6, 6/8 7/6, 7/8, 8/6, 8/8			



Quadro 1 - Nomes das cores em português para os códigos do livro Munsell soil color charts

	Matiz 2,5Y			
Valor e Croma	Correspondência em Português	Nome em Inglês		
2.5/1	Preto	Black		
3/1	Cinzento muito escuro	Very dark gray		
1/1	Cinzento-escuro	Dark gray		
5/1, 6/1	Cinzento	Gray		
7/1, 7/2	Cinzento-claro	Light gray		
3/1	Branco	White		
3/2	Branco	White		
/2	Bruno-acinzentado muito escuro	Very dark grayish brown		
/2	Bruno-acinzentado-escuro	Dark grayish brown		
/2	Bruno-acinzentado	Grayish brown		
5/2	Cinzento-brunado-claro	Light brownish gray		
/3	Bruno-oliváceo-escuro	Dark olive brown		
/3, 4/4	Bruno-oliváceo	Olive brown		
/3, 5/4, 5/6	Bruno-oliváceo-claro	Light olive brown		
/3, 6/4	Bruno-amarelado-claro	Light yellowish brown		
/3, 7/4, 8/2, 8/3, 8/4	Amarelo-claro-acinzentado	Pale yellow		
/6, 6/8	Amarelo-oliváceo	Olive yellow		
/6, 7/8, 8/6, 8/8	Amarelo	Yellow		
	Matiz 5Y			
Valor e Croma	Correspondência em Português	Nome em Inglês		
.5/1, 2.5/2	Preto	Black		
3/1	Cinzento muito escuro	Very dark gray		
/1	Cinzento-escuro	Dark gray		
5/1, 6/1	Cinzento	Gray		
7/1, 7/2	Cinzento-claro	Light gray		
3/1	Branco	White		
1/2	Cinzento-oliváceo-escuro	Dark olive gray		
/2, 5/2	Cinzento-oliváceo	Olive gray		
/2	Cinzento-oliváceo-claro	Light olive gray		
/3, 4/4, 5/3, 5/4, 5/6	Oliva	Olive		
/3, 6/4	Oliva-claro-acinzentado	Pale olive		
/3, 7/4, 8/2, 8/3, 8/4	Amarelo-claro-acinzentado	Pale yellow		
/6, 6/8	Amarelo-oliváceo	Olive yellow		
7/6, 7/8, 8/6, 8/8	Amarelo	Yellow		
	Matiz 10Y, 5GY	-		
Matiz, valor e Croma	Correspondência em Português	Nome em Inglês		
OY 3/2	Oliva-acinzentado muito escuro	Very dark grayish olive		
0Y 3/4	Oliváceo-escuro	Dark olive		
0Y 4/2	Oliva-acinzentado-escuro	Dark grayish olive		
0Y 4/4	Oliva	Olive		
0Y 5/2	Oliva-acinzentado	Grayish olive		
0Y 5/4	Oliváceo-claro	Light olive		
0Y 6/2	Oliva-acinzentado-claro	Light grayish olive		
0Y 6/4	Oliva-claro-acinzentado	Pale olive		
GY 3/2	Verde-acinzentado muito escuro	Very dark grayish green		
	Verde-oliváceo-escuro	, , , ,		
GY 3/4		Dark olive green		
GY 4/2	Verde-acinzentado-escuro	Dark grayish green		
GY 4/4	Verde-oliváceo	Olive green		
GY 5/2	Verde-acinzentado	grayish green		
GY 5/4	Verde-oliváceo-claro	Light olive green		
GY 6/2	Verde-acinzentado-claro	Light grayish green		
GY 6/4	Verde claro-amarelado-acinzentado	Pale yellowish green		
	Matizes 10Y, 5GY, 10GY, 5G			
	Correspondência em Português	Nome em Inglês		
Matiz, valor e Croma		Greenish black		
•	Preto-esverdeado	Greenish black		
2,5/1	Preto-esverdeado Cinzento-esverdeado muito escuro	Very dark greenish gray		
2,5/1 8/1				
Matiz, valor e Croma 2,5/1 3/1 4/1 5/1, 6/1	Cinzento-esverdeado muito escuro	Very dark greenish gray		



Quadro 1 - Nomes das cores em português para os códigos do livro Munsell soil color charts

(conclusão)

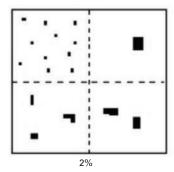
	Matizes 5G			
Matiz, valor e Croma	Correspondência em Português	Nome em Inglês		
2,5/2, 3/2	Verde-acinzentado muito escuro	Very dark grayish green		
4/2, 5/2	Verde-acinzentado	Grayish green		
6/2, 7/2, 8/2	Verde-claro-acinzentado	Pale green		
	Matizes 10G, 5BG, 10BG			
Matiz, valor e Croma	Correspondência em Português	Nome em Inglês		
3/1	Cinzento-esverdeado muito escuro	Very dark greenish gray		
4/1	Cinzento-esverdeado-escuro	Dark greenish gray		
7/1, 8/1				
	Matizes 5B, 10B, 5PB			
Matiz, valor e Croma	Correspondência em Português	Nome em Inglês		
2,5/1	Preto-azulado	Bluish black		
3/1	Cinzento-azulado muito escuro	Very dark bluish gray		
4/1	Cinzento-azulado-escuro	Dark bluish gray		
5/1, 6/1	Cinzento-azulado	Bluish gray		
7/1, 8/1	Cinzento-azulado-claro	Light bluish gray		
	CORES NEUTRAS (acromáticas ou de crom	a 0)		
Croma	Correspondência em Português	Nome em Inglês		
N 2,5/	Preto	Black		
N 3/	Cinzento muito escuro	Very dark gray		
N 4/	Cinzento-escuro	Dark gray		
N 5/	Cinzento	Gray		
N 6/	Cinzento	Gray		
N 7/	Cinzento-claro	Light gray		
N 8/	Branco	White		

Fonte: Munsell soil color charts: with genuine Munsell color chips. Rev. ed. Grand Rapids: Munsell Color, 2009. Adaptado.

1.1.6.3.2 Mosqueados

Um horizonte pode ter cor única ou apresentar multiplicidade de cores. No caso de haver predominância de uma cor sobre as demais, tem-se os mosqueados, e quando não se pode distinguir uma cor como sendo de fundo (matriz), tem-se a coloração variegada. Para os mosqueados, descreve-se a cor da matriz (cor de fundo), a(s) cor(es) do(s) principal(is) mosqueado(s) e a caracterização dos mosqueados, conforme especificado a seguir (Figura 5):

Figura 5 - Exemplos de percentuais de mosqueados



Schoeneberger e outros (2012)



Quantidade:

Pouco - menos de 2% da área é mosqueada;

Comum - de 2 a < 20% da área é mosqueada; e

Abundante - 20% ou mais da área é mosqueada.

Tamanho:

Pequeno - eixo maior inferior a 5mm;

Médio - eixo maior de 5 a 15mm; e

Grande - eixo maior superior a 15mm.

Contraste:

O Quadro 2, contém a definição das classes de mosqueados em função do contraste com a cor da matriz do solo.

Quadro 2 - Caracterização de mosqueados quanto ao contraste

Mesmo matiz		Matiz diferente por 1 unidade			Matiz diferente por 2 unidades			
	$(\Delta m = 0)$			$(\Delta m = 1)^1$			$(\Delta m = 2)^1$	
Δ Valor	∆ Croma	Classes	∆ Valor	∆ Croma	Classes	Δ Valor	∆ Croma	Classes
0	≤ 1	Difuso	0	≤ 1	Difuso	0	0	Difuso
0	2	Distinto	0	2	Distinto	0	1	Distinto
0	3	Distinto	0	<u>≥</u> 3	Proeminente	0	<u>≥</u> 2	Proeminente
0	<u>≥</u> 4	Proeminente	1	≤ 1	Difuso	1	<u>≤</u> 1	Distinto
1	≤ 1	Difuso	1	2	Distinto	1	≥ 2	Proeminente
1	2	Distinto	1	<u>> 3</u>	Proeminente	≥3	-	Proeminente
1	3	Distinto	2	<u>≤</u> 1	Distinto	Matiz diferente por 3 ou mais unidades $(\Delta m \ge 3)^1$		
1	≥ 4	Proeminente	2	2	Distinto	A classe é proeminente, exceto para cores com baixos cromas e valores		
≤ 2	<u>≤</u> 1	Difuso	2	≥ 3	Proeminente			Proeminente
≤ 2	2	Distinto	≥ 3	-	Proeminente			
≤ 2	3	Distinto						
≤ 2	≥ 4	Proeminente						
3	≤ 1	Distinto	¹ Exceção: Se ambas as cores tem valor ≤ 3 e croma ≤ 2, a classe é difusa, independente da diferença em matiz.					
3	2	Distinto						
3	3	Distinto						
3	≥ 4	Proeminente						
≥ 4	-	Proeminente						

Fonte: Schoeneberger, P. J. et al. (Ed.). Field book for describing and sampling soils. Version 2.0. Lincoln: United States Department of Agriculture - USDA, National Soil Survey Center, 2002. Disponível em: http://www.iec.cat/mapasols/Doculnteres/PDF/Llibre08_4.pdf>. Acesso em: jul. 2015. Adaptado.



Solos com cores diversas, constituindo mosqueados ou coloração variegada, são muito comuns. Tais ocorrências podem se dever a vários fatores. É importante registrar a natureza do mosqueado, sempre que se consiga discernir, bem como a sua ocorrência preferencial (localização ou disposição em cada horizonte) como, por exemplo, dentro ou ao longo de canais de raízes, etc.

A Foto 24 mostra ocorrência de mosqueado (preto) em função da decomposição (humificação da matéria orgânica) dentro de antigos tubos e canais de raízes, enquanto nas Fotos 25 e 26, estes são consequência de presença de carbonatos e processos de oxiredução, respectivamente.



Foto 24 - Mosqueado escuro devido à presença de matéria orgânica em canal de raiz (atividade biológica). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira

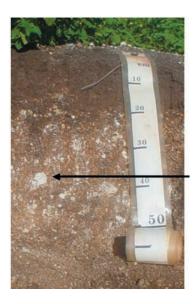


Foto 25 - Mosqueado branco devido à presença de CaCO₃ (caráter carbonático). Corumbá (MS). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

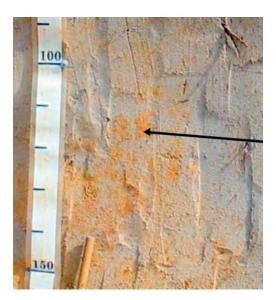


Foto 26 - Mosqueado amarelo devido a fenômenos de oxirredução por restrição de drenagem (caráter redóxico). Pantanal do Taquari (MS). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Na caracterização e registro da cor de horizonte com mosqueado, deverá ser usada a seguinte sequência: primeiramente se determina a cor de fundo (matriz), em seguida a cor do(s) mosqueado(s) que deve(m) ser registrado(s) na seguinte ordem: quantidade, tamanho, contraste, nome da cor em português e notação Munsell do mosqueado, conforme exemplo a seguir: bruno-amarelado (10YR 5/6), mosqueado comum, pequeno e difuso, bruno-amarelado-claro (10YR 6/4).

Em caso de solos com grande quantidade de mosqueados, área de solos com presença de plintita, por exemplo (Pantanal Mato-grossense, Ilha do Bananal, etc.), pode-se tomar a cor dos horizontes mosqueados, em amostra amassada e homogeneizada, para facilitar a comparação em campo da quantidade de mosqueados, com outros horizontes ou perfis.

1.1.6.3.3 Coloração variegada

Na caracterização de horizonte com coloração variegada (Foto 27), deve-se fazer o registro conforme exemplo que segue:

Coloração variegada constituída de bruno-acinzentado (10YR 5/2) bruno-forte (7,5YR 5/8) e bruno-oliváceo-claro (2,5YR 5/4).

No caso de coloração com manchas de tamanho pequeno e muito pequeno e arranjamento complexo, pode-se registrar estimativamente as cores mais prontamente perceptíveis, usando-se denominações genéricas aproximadas, conforme exemplo abaixo:

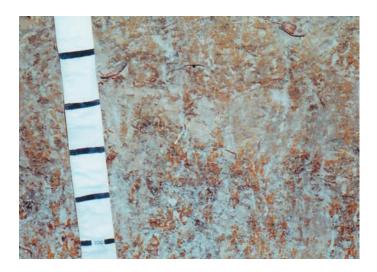


Foto 27 - Coloração variegada devido a fenômenos de oxirredução em horizonte plíntico. Planície do Rio Araguaia (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Coloração variegada com mescla de cores avermelhadas, acinzentadas e esbranquiçadas.

Assim como no caso de ocorrência de mosqueados, sempre que discernível, registrar a natureza da coloração variegada no campo **Observações**.



1.1.6.4 Granulometria e textura

Os termos granulometria ou composição granulométrica são empregados quando se faz referência ao conjunto de todas as frações ou partículas do solo, incluindo desde as mais finas de natureza coloidal (argilas), até as mais grosseiras (calhaus e cascalhos).

O termo textura, por sua vez, é empregado especificamente para a composição granulométrica da terra fina do solo (fração menor que 2mm de diâmetro). Expressa a participação em g.kg⁻¹ das suas várias partículas constituintes, separadas por tamanho, conforme especificado a seguir, que corresponde à escala de Atterberg modificada:

Fração Diâmetro (mm)

Argila - < 0,002Silte - 0,002 - < 0,05Areia fina - 0,05 - < 0,2Areia grossa - 0,2 - < 2

Em caso de estudos especiais de solos (Por exemplo: estudos para determinação da erodibilidade dos solos), costuma-se necessitar de determinações granulométricas de forma mais detalhada, separando-se mais, algumas das frações mencionadas acima, conforme especificado a seguir:

Fração Diâmetro (mm)

 Argila < 0,002

 Silte 0,002 - < 0,05

 Areia muito fina 0,05 - < 0,1

 Areia fina 0,1 - < 0,25

 Areia média 0,25 - < 0,5

 Areia grossa 0,5 - < 1

 Areia muito grossa 1 - < 2

Pelo fato de as várias frações ocorrerem no solo, sempre em combinações as mais diversas possíveis, necessário se faz o seu agrupamento em classes texturais. A figura 6 organiza na forma de um triângulo, os intervalos entre os quantitativos de cada uma das frações que definem as diversas classes texturais, tendo em cada um de seus vértices os valores máximos (1000g.kg⁻¹) e mínimos (0g/kg⁻¹) de cada uma das mesmas (areia, silte e argila).

De acordo com os conteúdos de areia, silte e argila, estimados em campo ou determinados com análises de laboratório, são caracterizadas as seguintes classes de textura: areia, silte, argila, areia franca, franca, franco-argiloarenosa, francoargilosa, francoarenosa, argiloarenosa, muito argilosa, argilossiltosa, franco-argilossiltosa e francossiltosa.

Importa esclarecer que a correta utilização do triângulo da Figura 6, requer atenção com relação à entrada dos dados, para que o somatório de todas as frações se complete num total de 1000g.kg⁻¹ de terra fina seca no ar (TFSA).

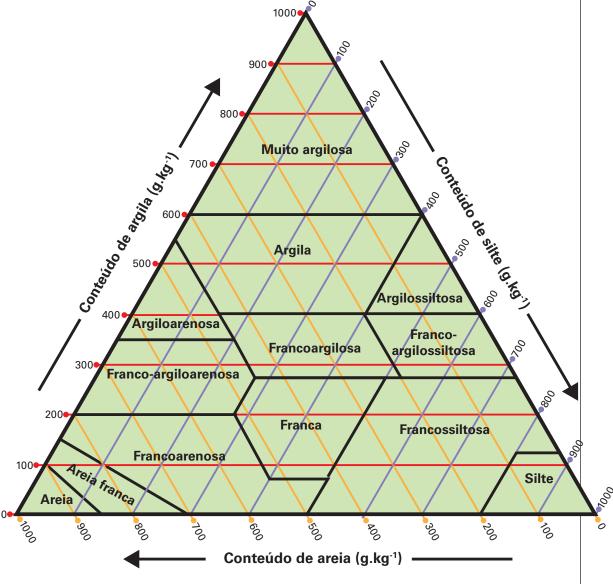


Figura 6 - Triângulo textural: classes texturais da fração terra fina

Adaptado de Santos e outros (2013)

O quantitativo de **argila** deve ser demarcado na escala do lado esquerdo do triângulo e deve se estender pelas linhas horizontais (de cor vermelha) até o encontro com as linhas das demais frações. O quantitativo de **silte** deve ser demarcado na escala do lado direito do triângulo e deve ser prolongado por linha inclinada (de cor lilás) até a interseção com as demais, enquanto os teores de **areia** devem ser demarcados na escala da parte inferior do triângulo e devem se estender por linhas inclinadas (de cor amarela) até a interseção com as demais. O ponto de interseção se dará no polígono que corresponde à classe textural em questão.



1.1.6.4.1 Determinação da textura em campo - a textura no campo é avaliada em amostra de solo molhada (sem encharcar), através de sensação de tato, esfregandose a amostra entre os dedos depois de amassada e homogeneizada (Foto 28).



Foto 28 - Avaliação da textura em campo através do tato. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Pode ser feita simultaneamente à determinação da consistência em amostra molhada, aproveitando-se assim o mesmo trabalho de preparação da amostra.

Deve-se tomar cuidado em homogeneizar bem a massa do solo, com o intuito de desfazer completamente todos os agregados (Foto 29). Alguns solos oxídicos, que apresentam estrutura forte, muito pequena granular, são mais dificilmente desagregáveis e necessitam que a amostra seja bastante "trabalhada", para uma

correta avaliação (caso de alguns Latossolos argilosos).

A estimativa dos teores das frações envolve procedimentos mecânicos característicos, conhecimentos teóricos e sensibilidade tátil desenvolvida, aprimorada e calibrada pela execução de muitas estimativas de campo que devem ser paulatinamente comparadas e confirmadas com resultados de laboratório. Tal atividade é, portanto, inerente à habilidade individual e ao quantitativo de avaliações realizadas, traduzidas no que se poderia denominar experiência de cada profissional.



Foto 29 - Preparação da amostra para avaliação da textura em campo. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Os pedólogos, principalmente os mais experientes, conseguem estabelecer de forma bastante próxima, a relação destas "sensações" com a proporção entre os diversos componentes granulométricos e assim definem em campo sua classificação de acordo com o triângulo textural.



O Quadro 3 foi elaborado com a expectativa de auxiliar estes procedimentos estimativos, por possibilitar a comparação dos quantitativos de cada fração, dispostos de forma planificada, com as sensações táteis produzidas por cada uma individualmente ou por suas combinações, refletidas na forma de plasticidade, pegajosidade, sedosidade e sensação de atrito, com base na seguinte assertiva:

A areia dá a sensação de atrito, o silte de sedosidade e a argila de plasticidade e pegajosidade.

Considerando-se que a fração argila por ser a mais ativa do solo, quase sempre se impõe às demais no que concerne à expressão de suas propriedades, e de maneira inversa, a fração areia é a fração inativa, procurou-se dispor as classes texturais no quadro considerando as variações no teor de argila.

Observa-se que o valor de 350g.kg⁻¹ de argila é suficiente para que esta fração se imponha sobre as outras e por tal razão, todas as classes com este teor ou maior são denominadas argilosas ou muito argilosas e apresentam consistência em amostra molhada, no mínimo plástica e pegajosa.

A classe textural com quantidades equivalentes das três frações (centro do triângulo) é denominada **francoargilosa**, sendo o equilíbrio quantitativo expresso pelo termo franco, seguido pelo termo argilosa em razão da preponderância das características desta fração em relação as demais. Solos muito argilosos (> 600g.kg⁻¹ de argila), quase sempre são muito plásticos e muito pegajosos, exceto quando oxídicos (argilas de muito baixa atividade).

Dentre as classes **argilosas**, há variações associadas à plasticidade e pegajosidade tanto em função do teor, quanto ao tipo de mineral de argila predominante. Todos são plásticos e pegajosos e podem ser muito plásticos e muito pegajosos quando com presença significativa de argilas expansivas (argilas de alta atividade). As demais diferenças a serem consideradas se devem à presença maior de silte ou areia que imprimirá ao material sensação de sedosidade ou de presença de grãos de areia, respectivamente, conforme o Quadro 3.

Nos solos do grupamento textural **Média**, a plasticidade e a pegajosidade que são condicionadas pela presença de argila, perdem expressão em detrimento da sensação de atrito determinada pela fração areia e pela sedosidade determinada pela fração silte, enquanto nos grupamentos **Arenosa e Siltosa** prevalecem exclusivamente estas últimas.

Quando o solo apresentar sensação tátil micácea (sensação de sedosidade, material escorregadio, deslizante), comum em solos derivados de rochas xistosas (mica xistos) e alguns solos de natureza aluvionar, acrescentar após a classe de textura, entre parênteses, a palavra micáceo. Exemplo: franca (micáceo).

Quando se tratar de material orgânico, a textura deverá ser descrita como **orgânica**, **ou orgânica fibrosa**, em caso de material com elevados teores de fibras. Exemplo: textura orgânica fibrosa.



Quadro 3 - Classificação textural, composição e sensações táteis associadas

Grupamento	Subgrupa- mento	Classe Textural	Quantificação das frações em g.kg ⁻¹	Representação gráfica das participações das frações granulométricas em g.kg ⁻¹ 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750 800 850 900 950 100				Plasticidade e Pegajosidade	Sensação adicional									
			Argila(>600)							·	///		//	///	7/	///	1-Muito plástica e muito	
Muito	Muito	Muito	Silte (0-400)	/////	///	///		Т	Т								pegajosa (maioria)	Ligeira sedosidade
argilosa	argilosa	argilosa	Areia (0-400)		///				+								2-Plástica e pegajosa (alguns oxídicos)	,
Argilosa Argi				//////		///		///	///	//			-				1-Plástica e pegajosa	
		Argilossiltosa	Argila (400-600)					//	4	\mathcal{H}							(alguns oxídicos)	Ligeira sedosidade
			Silte (400-600)	//////				///	///	//							2-Muito plástica e muito pegajosa (solos	
	Argilosa		Areia (0-200)					,,,					_				esmectíticos maioria)	
			Argila (400-600)						///								1-Plástica e pegajosa (alguns oxídicos)	Sensação de sedosidade inexistente e presença de grãos de areia em muito
		Argila	Silte (0-400)														2-Muito plástica e muito	
			Areia (0-450)														pegajosa (solos esmectíticos)	pequena quantidade
			Argila (350-550)							П							1-Plástica e pegajosa (alguns oxídicos)	Presença de grãos de areia em muito pequena quantidade
		Argiloarenosa	Silte (0-200)		\overline{A}				Τ								2-Muito plástica e muito	
			Areia (450-650)						///	//							pegajosa (solos esmectíticos)	
			Argila (350-400)						1		_		+				(30103 esittectiticos)	
		Francoargilosa	Silte (150-450)		///	///	//		+	Н		_	+	\vdash	-	_	Plástica e pegajosa	Ligeira sensação de
				Į. Į.	44	///	///		+				+		_		- riastica e pegajosa	sedosidade
			Areia (200-450)					/					_					
		Franco- argilossiltosa	Argila (350-400)						Д,	ĻŢ								Sensação de sedosidade
			Silte (400-650)							//							Plástica e pegajosa	
			Areia (0-200)						\perp		T							
			Argila (275-350)															
Média		Franco- argilossiltosa	Silte (450-575)						///								Plástica e pegajosa	Sensação de sedosidade
			Areia (150-200)				ТТ		7									
			Argila (275-350)						+	\vdash								
		Francoargilosa				///		///					-		-		Plástica e pegajosa	Ligeira sensação de sedosidade
			Silte (200-525)		-//	///	///	///										
			Areia (200-450)	//////	$-\!$	44	///		+									
			Argila (0-275)							Щ)_				Plástica a muito plástica e ligeiramente pegajosa	Forte sedosidade
	Média- siltosa	Francossiltosa	Silte (500-800)							//	<u>//</u>	///	//	1				
			Areia (150-500)	Ł		///	///	///										
			Argila (75-275)														Ligairamente pláctica a	Considerável sensação de sedosidade e percepção clara de presença de areia
		Franca	Silte (275-500)	- 1///		1//	////	///		П							Ligeiramente plástica a plástica e ligeiramente pegajosa	
			Areia (225-525)		K	///	///	///		H								
			Argila (0-200)	77777		H	${1}$			\vdash		_	+	\vdash		_		do di old
		Francoarenosa			1			///		Н	_	+	+	\vdash	-	_	Ligeiramente plástica e não pegajosa a ligeiramente pegajosa	Percepção clara de
			Silte (0-500)		///	///		44	1	$\downarrow \downarrow$					_			presença de areia
			Areia (425-850)					1//	///	//	//	///	//	///			ilgoriamento pogajoca	
			Argila (0-500)											Į,			Plástica e ligeiramente	Forte sedosidade
		Silte	Silte (800-850)														pegajosa a não	
			Areia (150-200)	ľ									Т	П			pegajosa	
	Média- argilosa	Franco- argiloarenosa	Argila (200-350)			///				П							Ligeiramente plástica a plástica e ligeiramente	Percepção clara de presença de areia
			Silte (0-275)	/////	7//				1	\vdash		1	+					
			Areia (450-800)	//////	///				///		//	///	//				pegajosa a pegajosa	
									///	//	//	///	//	1	_	-		
	Média- arenosa	Francoarenosa	Argila (0-200)	/////					_	\vdash	+	+	+	-	_	_	Ligeiramente plástica a não plástica e ligeiramente pegajosa a não pegajosa	Percepção acentuada de presença de areia
			Silte (0-500)			///	///		1,	IJ	\downarrow			\perp		_		
			Areia (425-850)							//	///	///	//					
		Franco- argilossiltosa	Argila (275-350)							Π	T						Plástica e pegajosa	Forte sedosidade
Siltosa	Siltosa		Silte (500-725)						1/	///	///							
			Areia (0-150)	/////	\top		\top	\top		ΓÍ			T					
		Francossiltosa	Argila (50-275)		1//		+	_	+	H	-	+-	╁╴	\vdash	_		Plástica a muito plástica e ligeiramente pegajosa	Forte sedosidade
					1//				_			//	//	//	7	+		
			Silte (575-875)	/////			1			1/	//	//	//	///	4	-		
			Areia (0-150)		\perp		\perp	_	_	Ш	_	_	_					Forte sedosidade
		Silte	Argila (0-125)							Ш							Plástica a muito plástica	
			Silte (800-1000)											1		///	e não pegajosa	
			Areia (0-150)															
	Arenosa - média	Areia franca	Argila (100-150)		\top		\top		\top	П	\top		T				Não plástica a	Percepção acentuada de presença de areia
			Silte (0-300)		1//	1	+	+	\top	H	+	+	+	\vdash	-	+	ligeiramente plástica	
			Areia (700-900)	/////		4				Щ	_	//	//	//	//	-	e não pegajosa	
Arenosa				////	_		_				_	/	//	//	//	-		
	Muito arenosa	Areia	Argila 0-100)		+	\vdash	+	\perp	_	Н	_	+	+	1		_	Não plástica e	Sensação única de areia
			Silte (0-150)				$\perp \perp$	\perp		Ш	\perp			L			não pegajosa	
			Areia (850-1000)												//	1//		

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

Nota: As partes coloridas com hachuras correspondem aos intervalos variáveis de cada fração, enquanto as partes coloridas sem hachuras correspondem aos teores fixos.



Quando se tratar de solos com presença expressiva de frações grosseiras, (cascalhos, concreções, nódulos, calhaus, matacões, etc.), aconselha-se utilizar uma peneira com aproximadamente 2mm de diâmetro dos furos, facilmente encontrada no comércio, com o propósito de isolar a terra fina seca no ar (TFSA) do material grosseiro, onde então deverá ser estimada a classe textural. Nos trabalhos de gabinete deve-se proceder aos ajustes necessários na caracterização da textura do solo, com base nas determinações laboratoriais devidamente confirmadas.

É importante observar ainda que uma das dificuldades para a correta determinação da textura dos solos está na dispersão adequada do material. Trabalho de Rodrigues (2008) conclui que comparativamente aos métodos de laboratório, a atividade de dispersão é melhor executada pelo pedólogo em campo, pois este com emprego de água e "amassamento" manual, consegue detectar melhor, através do tato, a condição de completa dispersão, enquanto a determinação dos quantitativos de cada fração é mais bem-executada em laboratório, visto que os recursos para a quantificação destes são muito mais precisos.

É ideia comum entre muitos, e muitas vezes errada, se entender que o melhor método de determinação da textura dos solos é aquele que determina os maiores valores de argila (pressupondo-se que houve uma melhor dispersão dos agregados).

Aconselha-se que, em caso de grande discrepância entre os dados de campo e os de laboratório, sejam realizadas análises químicas por ataque sulfúrico (item 1.2.2.5.3). Em casos de solos muito intemperizados (oxídicos), os resultados do somatório dos componentes oxídicos determinados pelo ataque sulfúrico são muito próximos dos valores de argila total, enquanto em solos menos ou pouco intemperizados, o teor de argila total excederá em média 20% o somatório dos teores de óxidos do ataque sulfúrico.

1.1.6.5 Estrutura

É o modo ou a forma de arranjamento das partículas primárias do solo, como consequência de seu processo de formação, constituindo agregados, separados ou não por superfícies ou linhas de fraqueza. Tem grande influência sobre características e/ou propriedades importantes dos solos, tais como densidade aparente ou global, características **físico-hídricas** e resistência à dispersão, que por sua vez são parâmetros que norteiam práticas como dosagem de corretivos químicos e de água de irrigação a serem aplicados, e indiretamente, determinam maior ou menor vulnerabilidade a processos erosivos.

A estrutura do solo é analisada e caracterizada sob diferentes pontos de vista, que encerram segmentos distintos, denominados micro e macroestrutura.

Microestrutura - é objeto de estudo na parte de micromorfologia (item 1.1.8.6), que tem grande importância para esclarecimento dos processos genéticos e avaliação do intemperismo dos mesmos.

Macroestrutura - é rotineiramente empregado como instrumento de caracterização e diagnose de solos na área de pedologia.

A macroestrutura do solo, ou seja, a estrutura descrita macroscopicamente no campo, é caracterizada segundo as suas formas (tipo de estrutura), grau de desenvolvimento (grau de estrutura) e seu tamanho (classe de estrutura).



Quanto ao macroarranjamento do material do solo, as seguintes situações podem ocorrer com relação à forma com que se apresentam as suas partículas constituintes:

- a) Partículas individualizadas, sem agregação de qualquer espécie o material se apresenta em partículas individualizadas, sem coesão entre si, caracterizando a estrutura do tipo grãos simples;
- b) Partículas combinadas (interligadas), mas sem formar agregados de qualquer espécie as partículas se apresentam (na seção de exame e em alguma porção deslocada) como uma massa contínua, uniforme, sem que se consiga distinguir qualquer tipo de agregação ou mesmo grãos simples, caracterizando a estrutura do tipo maciça; e
- c) Partículas combinadas (interligadas), com formação de agregados as partículas encontram-se arranjadas, sendo individualizados agregados em formatos diversos, desde esféricos com vários graus de arredondamento até poliédricos.

A Figura 7 mostra esquematicamente alguns dos principais tipos de estrutura ou de formas com que o material do solo se arranja.

Material de solo agregado Exemplo Tipo Subtipo Tipo Subtipo Exemplo Granular Granular Prismática Grumosa Prismática Angulares Blocos Subangulares Colunar Laminar Paralelepipédica Cuneiforme Material de solo não agregado Exemplo Exemplo Tipo Tipo Maciça Grãos simples

Figura 7 - Exemplos de tipos de estrutura

Ilustração: Daniel Ramos Pontoni



1.1.6.5.1 Identificação dos tipos de estruturas

Embora seja uma tarefa relativamente simples, o reconhecimento da estrutura dos solos em campo se constitui ainda em atividade que gera dúvidas e avaliações diversas entre os vários profissionais, por tal razão algumas informações de ordem prática são fornecidas, esperando-se que possam auxiliar o usuário a lograr êxito nesta empreitada.

Um fator importante a considerar de início nesta tarefa, é que a presença de argila e a sua natureza são determinantes para a formação da estrutura nos solos, de seu tipo e grau de desenvolvimento.

Solos ou materiais muito arenosos não formam estrutura (se apresentam em grãos simples) pela ausência de material agregador (principalmente argilominerais e matéria orgânica). Solos ou materiais de textura média leve (subgrupamento textura média-arenosa) podem apresentar grãos simples junto a alguma estrutura formada, sempre com grau fraco de desenvolvimento. Nos solos ou materiais de textura média mais pesada (subgrupamentos média, média-argilosa e média-siltosa) se formam estruturas moderadamente ou até fortemente desenvolvidas e diminui a ocorrência de grãos simples. Por sua vez, solos ou materiais argilosos (> 350g.kg⁻¹ de argila) quase sempre estão totalmente estruturados, quer sejam estruturas poliédricas ou granulares.

Solos com teores consideráveis de matéria orgânica quase sempre apresentam desenvolvimento estrutural, comumente do tipo granular, como é o caso dos horizontes A da majoria dos solos.

A observação da estrutura do solo tem sua clareza alterada em função do grau de umidade da amostra. Segundo experiência que se tem, a condição mais favorável é o material do solo ligeiramente mais seco que úmido. Deve-se evitar a descrição da estrutura quando o grau de umidade divergir muito das condições ideais, como é comum em ambientes de várzeas e planícies de inundação, devendo-se, entretanto, registrar as razões no item **Observações**.

De maneira análoga, a descrição de estrutura em amostras retiradas com uso de trado, ou qualquer outro equipamento que empregue esforço que possa promover deformação da amostra, não deve ser realizada.

O primeiro passo para o exame da estrutura é observar se há ou não estrutura no material em apreço. Isto se faz destacando-se cuidadosamente e pressionando-se levemente um torrão ou uma porção da amostra (Foto 30) para que as unidades estruturais porventura existentes ou presentes se desprendam umas das outras, através das superfícies de contato entre elas (linhas ou planos de fraqueza). Para ter certeza de se tratar mesmo de unidade estrutural, uma vez que todo material se rompe sob pressão, observar a regularidade das formas desagregadas (se seguem algumas tendências, se há regularidade no rompimento entre elas, se as zonas de contato são perceptíveis e se há diferenças entre as partes internas e as externas dos agregados).



Sempre que houver estrutura, esta se individualizará de uma forma mais ou menos perceptível e mais ou menos regular, contemplando total ou parcialmente a amostra analisada, sendo que a observação conjunta destes dois aspectos (individualização das unidades e quantidade da massa do solo envolvida) expressará o grau de desenvolvimento da estrutura.



Foto 30 - Exame da macroestrutura em campo. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

a - Estrutura em grãos simples



Foto 31 - Arranjamento de material do solo em grãos simples. Jauru (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

O material se apresenta em partículas individualizadas, sem coesão entre si (Foto 31). Esta situação é comum em horizontes ou camadas de textura arenosa.

É importante verificar cuidadosa mente em campo se as partículas em exame são realmente grãos isolados e independentes. Muitas vezes, grãos de areia apresentam-se impregnados por óxidos de ferro, o que confere à massa do solo a coloração avermelhada e

induz o examinador a pensar na possibilidade de ocorrência de estrutura do tipo granular. Aconselha-se sempre utilizar lupas com pelo menos 10 vezes de aumento para a correta caracterização.

Tanto o recobrimento de grãos de quartzo por óxidos (ferruginização) que geralmente se dá em época anterior à formação dos solos, quanto eventual recobrimento por material coloidal (argila) no processo pedogenético, não caracterizam estrutura granular.

Neste caso, a estrutura deve ser registrada como grãos simples.



b - Estrutura maciça

Quando o material do solo destacado ou retirado sob ligeira pressão, se desagrega em fragmentos menores, porém sem uma lógica natural (ou tendência) de ruptura, ou seja, a massa do solo se rompe apenas como consequência da força aplicada e da forma com que foi aplicada, sem que nenhum formato característico de estrutura seja identificado de maneira sistemática, sequer grãos simples, caracteriza-se a **estrutura maciça** (Foto 32).

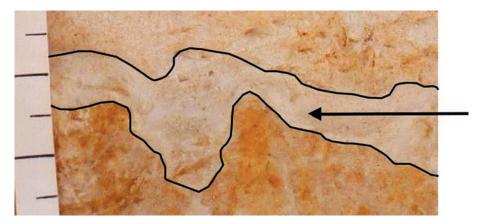


Foto 32 - Aspecto de horizonte Btg com estrutura maciça. A massa do solo se mostra homogênea, sem linhas de fraqueza ou reentrâncias características de estrutura desenvolvida. Amajari (RR). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Pela Foto 32 é possível verificar que na parede do horizonte Btg com estrutura maciça, após o perfil preparado, não ocorrem interfaces ou linhas de fraqueza, reentrâncias ou saliências perceptíveis a olho nu, condicionadas por presença de qualquer tipo de estrutura. Neste caso, a estrutura deve ser registrada como **maciça**. Este tipo de estrutura costuma ocorrer em: alguns horizontes coesos de solos dos tabuleiros, alguns horizontes E, Bh, Bs, Bhs, Bg ou Cg de solos com argilas de baixa atividade.

c - Estruturas com "aspecto maciço"

Na descrição de perfis de solos, não raro se depara com horizontes ou camadas que se apresentam visualmente (na seção de exame) muito uniformes após os procedimentos de limpeza e que fazem lembrar a estrutura maciça. Dentre as situações mais comuns:

a) O material do solo apresenta-se com aspecto de estrutura maciça, ou "aspecto maciço", mas ao ser destacado ou retirado e submetido à pequena pressão tende a se desagregar em fragmentos que lembram alguns tipos estruturais de forma incipiente, como, por exemplo, o tipo bloco subangular. Neste caso, já foi usual descrever-se a estrutura como "maciça" que se desfaz em fraca pequena blocos subangulares, entretanto o correto e necessário é descrever como fraca pequena blocos subangulares, sendo admissível complementar com a expressão: aspecto de maciça ou aspecto maciço in situ;

- b) Em Latossolos argilosos oxídicos (ácricos), a parede do perfil do solo após preparada, apresenta-se muito homogênea (aspecto de maciça) em razão da sua estrutura granular de tamanho muito pequeno, fortemente desenvolvida (Foto 33). Nestes casos é admissível, e foi muito comum em trabalhos mais antigos, descrever-se a estrutura como forte muito pequena granular com aspecto de maciça ou aspecto maciço in situ, embora o correto e necessário seja descrever simplesmente "estrutura forte muito pequena granular", uma vez que ao ser pressionada na condição de umidade ligeiramente seca, esta se desagrega neste formato: e
- c) Outras situações envolvendo "aspecto de maciça ou aspecto maciço" são encontradas em muitos trabalhos. Solos arenosos, por exemplo, costumam também se apresentar uniformes e com aspecto maciço na parede do perfil (Foto 34) e assim como no caso anterior, o correto e necessário é descrever simplesmente "grãos simples", uma vez que a massa se desagrega desta forma.



Foto 33 - Aspecto maciço (uniforme) de parede de perfil de LATOSSOLO VERMELHO Ácrico, com estrutura forte muito pequena granular. Goiânia (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira



Foto 34 - Aspecto maciço (uniforme) de parede de perfil de NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico, com estrutura em grãos simples e fraca pequena granular. Comodoro (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

d - Estrutura laminar

Estrutura onde as partículas do solo estão arranjadas em torno de uma linha horizontal, configurando lâminas de espessura variável, ou seja, figuras geométricas regulares onde as dimensões horizontais são sempre maiores que as verticais (Foto 35).



Foto 35 - Aspecto de estrutura grande laminar de NEOSSOLO FLÚVICO. Soledade (PB). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.

Este tipo de estrutura pode ocorrer em regiões secas e frias (por efeito de congelamento) e podem ser também produzidas por compactação (pisoteio, motomecanização, im-

plementos, etc.), comumente nos horizontes superficiais (A e E).

Algumas podem ser herdadas da rocha matriz e, neste caso, são mais comuns nos horizontes C de alguns solos (Foto 36).

Uma outra situação comum se dá em solos aluvionares muito estratificados, onde a estrutura se forma por deposição sucessiva de sedimentos (Foto 37).

Pelo que se tem de informação até o momento, no território brasileiro são mais comuns as formadas por ação de pisoteio em áreas de pastoreio intensivo e as herdadas da rocha matriz.

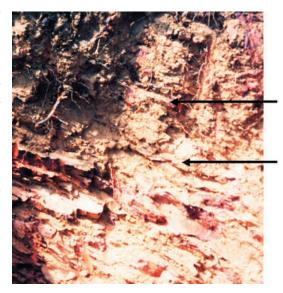


Foto 36 - Aspecto de estrutura laminar (herdada da rocha matriz) em horizonte C de CAMBISSOLO. Brasília (DF). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Podem ser consideradas também estruturas laminares, formações que acontecem na superfície de alguns solos por deposição de sedimentos em superfície, causando o comumente chamado "selamento" do solo.



Foto 37 - Estruturas laminares formadas por deposição de material aluvionar em NEOSSOLO FLÚVICO. Soledade (PB). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.

e - Estrutura prismática

Estrutura onde as partículas se arranjam em forma de prisma (com faces e arestas bem definidas), sendo sua distribuição preferencialmente ao longo de um eixo vertical e os limites laterais entre as unidades relativamente planos. Portanto, as dimensões verticais são sempre maiores que as horizontais.



Para este tipo de estrutura são reconhecidos dois subtipos: prismática e colunar.

Ambas têm as dimensões verticais maiores que as horizontais, porém diferem entre si pelo formato da extremidade superior que é anguloso ou "arestado" no caso do subtipo prismática (Fotos 38 e 41) e mais arredondado ou "abaulado" no caso do subtipo colunar (Fotos 39 e 40). São típicas de horizonte B, sendo verificadas também no horizonte C. O subtipo colunar é característico de solos com horizonte plânico sódico.



Foto 38 - Exemplos de estrutura grande prismática. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

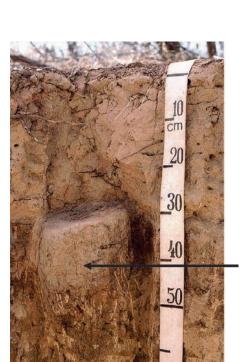


Foto 40 - Exemplo de estrutura muito grande prismática (subtipo colunar). Sertão de Pernambuco. Foto: Paulo Klinger Tito Jacomine.

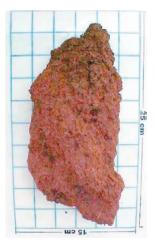


Foto 39 - Exemplo de estrutura muito grande prismática (subtipo colunar). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

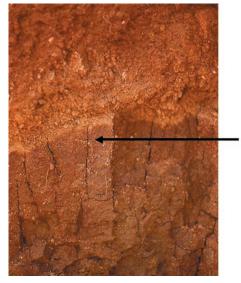


Foto 41 - Exemplo de estrutura muito grande prismática. Foto extraída da página Slideplayer, na Internet, disponível em: http://slideplayer.com.br/slide/1803744/>.

Particularidades, formas de descrição e registro das estruturas prismáticas

A presença destas estruturas tem papel muito importante principalmente no manejo físico dos solos para uso com agricultura, em razão de serem quase sempre muito

duras ou extremamente duras quando o solo está seco, o que exige tratamento especial. Estão associadas a questões distintas. Ocorrem em praticamente todos os solos com argilas expansivas.

a) Quando além das argilas expansivas os solos são também hidromórficos, comumente se formam estruturas prismáticas grandes ou muito grandes, constituídas por estruturas menores (outros prismas menores ou estruturas em blocos angulares de tamanho médio a grande, com forte desenvolvimento). Os barrancos de estrada ou seções de trincheiras, quando ligeiramente ressecados após exposição, são característicos e costumam apresentar as linhas de fraqueza separando unidades estruturais bem-definidas. De maneira análoga se torna relativamente fácil destacar algumas unidades estruturais (Fotos 42 e 43).

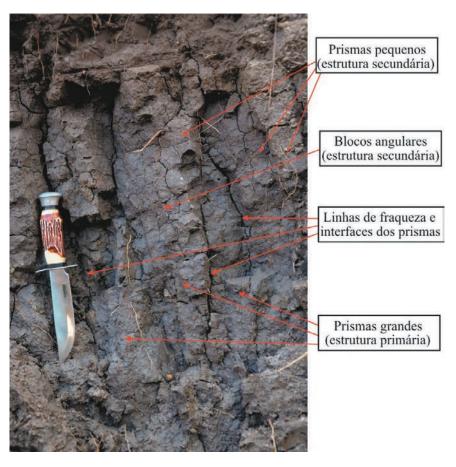


Foto 42 - Perfil de VERTISSOLO mostrando estrutura prismática grande, composta por estruturas em blocos angulares e prismática pequena, todas fortemente desenvolvidas. Atentar para as linhas ou superfícies de fraqueza. Corumbá (MS). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.

Para efeito de registro, deve-se descrever primeiramente a estrutura maior (prismática) e secundariamente a menor. O registro deve ser feito conforme abaixo relacionado a Foto 43:

Forte grande prismática, composta por estrutura forte grande blocos angulares e pequena e média prismática



Foto 43 - Estrutura prismática; estrutura prismática primária destacada (acima à direita) e detalhe da estrutura secundária (abaixo à direita). Corumbá (MS). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.

b) Solos argilosos, sem argilas expansivas, mas afetados por hidromorfismo, em consequência de alternâncias do regime de umidade (Foto 44), costumam se fendilhar e formar prismas de tamanhos diversos, que nem sempre são constituídos por outras estruturas de menor tamanho.

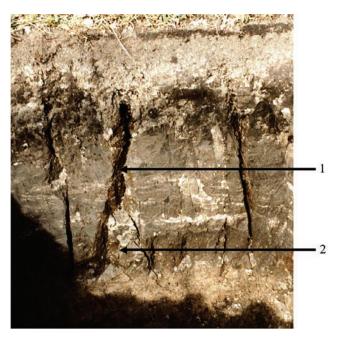


Foto 44 - Fendas (1) e prismas (2) formados por ressecamento de perfil de GLEISSOLO MELÂNICOTb Distrófico neofluvissólico. Brasília (DF). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Ocorre um fendilhamento natural em razão da desidratação e ressecamento, criando os prismas, cujo material interno é maciço ou, quando muito, apresenta fraco ou moderado desenvolvimento estrutural.

As Fotos 45 e 46 mostram esta situação de prismas simples, ou seja, prismas não constituídos por estruturas secundárias. Note-se que na Foto 46 o material do solo no interior do prisma, apresenta-se maciço, ou seja, agregado, mas sem linhas de fraqueza separando unidades estruturais de menor tamanho, portanto sem faces ou arestas definidos.



Foto 45 - Detalhe de prisma extraído de camada de NEOSSOLO FLÚVICOTb Eutrófico típico. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 46 - Detalhe do aspecto maciço da parte interna do prisma, de NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico típico. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Neste caso, a descrição deve ser registrada apenas como: "moderada grande prismática"

No caso de solos com drenagem restrita, como no solo da Foto 44 (Gleissolo), é muito importante observar a estrutura em material de solo ligeiramente mais seco que úmido, pois quando o solo está totalmente molhado, o material se mostra com aspecto maciço, o que pode induzir a erro de avaliação.

c) Uma situação especial de estrutura prismática em solos de baixa atividade é verificada em solos com caráter retrátil no Sul do Brasil, em situação de boa drenagem, e cuja formação é atribuída preliminarmente à presença de vermiculita ou esmectita com hidróxi-Al nas entrecamadas (fato que ainda carece de confirmação). Neste caso, quando o perfil fica exposto e se fendilha, se formam prismas muito grandes (Fotos 47 e 48) que se desfazem em (ou são compostos por) estrutura forte em blocos angulares, subangulares e também granular (Foto 49).

Para o caso das Fotos 48 e 49, a descrição da estrutura deve ser registrada como:

Forte grande prismática, composta por forte grande angular, forte pequena granular e moderada pequena blocos subangulares.



Foto 47 - Barranco de LATOSSOLO com caráter retrátil, mostrando estruturação prismática forte por fendilhamento. Muitos Capões (RS). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.



Foto 48 - Detalhe de estrutura prismática formada em solos com caráter retrátil no Sul do Brasil. Foto: Sergio Hideiti Shimizu.



Foto 49 - Aspecto de estruturas secundárias constituintes dos prismas grandes de solo com caráter retrátil. Prismas e blocos angulares (embaixo) e granular e blocos subangulares (acima) formados por desagregação dos primeiros. Foto: Sergio Hideiti Shimizu



Nestes solos, na medida em que o material do solo se desagrega em cortes ou barrancos com maior exposição solar, os prismas e blocos tendem a se individualizar em unidades estruturais cada vez menores, acumulando-se na parte inferior do barranco, configurando uma superfície, cuja seção transversal lembra uma saia (Foto 357, item 3.2.6.11).

d) Estruturas prismáticas não muito bem-desenvolvidas (grau fraco ou moderado) ocorrem também em outros solos cauliníticos argilosos. Neste caso, são constituídas ou formadas por outros tipos estruturais de menor tamanho, quase sempre com grau forte de desenvolvimento (Foto 50). Deve-se descrever primeiramente a estrutura maior (prismática) e secundariamente a menor, conforme a seguir:

Fraca muito grande prismática, composta por (secundariamente) estrutura forte muito pequena e pequena blocos subangulares.

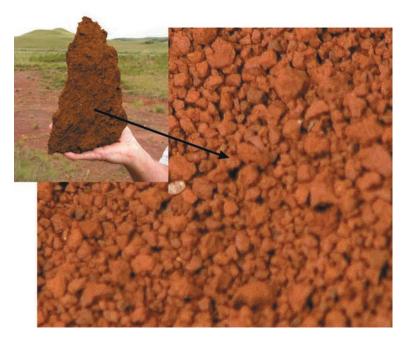


Foto 50 - Estrutura fraca muito grande prismática (esquerda) composta por (secundariamente) forte muito pequena e pequena blocos subangulares (à direita). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.



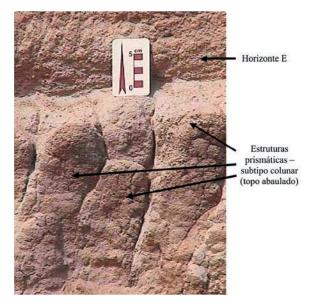


Foto 51 - Estrutura grande prismática-subtipo colunar de horizonte B de PLANOSSOLO NÁTRICO. Sertão de Pernambuco.Foto: Glailson Barreto Silva.

e) Por último, há a modalidade prismática subtipo colunar, que está associada na maioria das vezes à argila expansiva e à presença considerável de sais de sódio, estes últimos responsáveis pelo arredondamento (abaulamento) da parte superior das mesmas. Portanto é uma variedade de estrutura de ocorrência limitada (Foto 51) comum em horizonte B plânico com caráter sódico.

Via de regra, forma-se na parte superior deste horizonte (B plânico) e tem tamanho grande ou muito grande. Em áreas alteradas ou erodidas, são facilmente perceptíveis nos

barrancos de estrada devido ao fato de serem mais difíceis de serem destruídas (são mais resistentes) que o restante do material do solo, por sua extrema dureza.

Podem ter continuidade ou se estender para os horizontes mais inferiores, mas quando isto acontece quase sempre passam nestes horizontes ou camadas ao subtipo prismática simples (sem o topo abaulado).

Como nos demais casos de estrutura prismática, deve-se descrever a estrutura principal ou primária e as estruturas constituintes quando for o caso, conforme exemplo a seguir, associado a Foto 52:

Forte grande prismática, subtipo colunar, composta por (secundariamente) moderada pequena blocos subangulares.

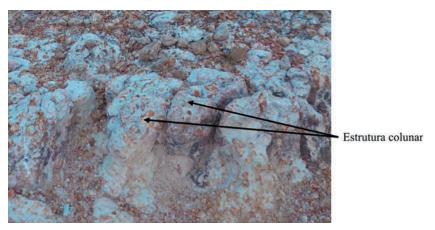


Foto 52 - Aspecto de estrutura prismática - subtipo colunar em horizonte Btgnf. Amajari (RR). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



f - Estruturas em blocos (poliédricas)

Estrutura em que as partículas estão arranjadas na forma de polígonos mais ou menos regulares, ou seja, com tamanho equivalente para as três dimensões. É bastante difundida em solos e muito comum em horizontes B, particularmente B dos tipos textural, plânico e nítico, com textura argilosa. São reconhecidos dois subtipos:

Blocos angulares - têm as faces planas, formando arestas e ângulos aguçados (Fotos 53 e 54).

Blocos subangulares - ocorrem mistura de faces planas e arredondadas, com poucas arestas e ângulos suavizados (Fotos 54 e 55).

g - Identificação de estruturas poliédricas

Particularidades na natureza das estruturas poliédricas (tipos e grau de desenvolvimento) quase sempre estão associadas à natureza mineralógica dos solos.

- Em solos **puramente** cauliníticos (Nitossolos e alguns Argissolos argilosos) se formam exclusivamente estruturas em blocos, principalmente angulares de tamanhos pequeno e médio, costumeiramente denominadas "grãos de milho" pelos pedólogos pioneiros (Foto 54).



Foto 53 - Exemplos de estrutura grande em blocos angulares. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 54 - Exemplos de estrutura média em blocos subangulares e angulares. Foto: Antônio José Wilman Rios.



Foto 55 - Exemplos de estrutura muito grande em blocos subangulares. Foto: Antônio José Wilman Rios.

- Em solos **predominantemente** cauliníticos, mas com presença considerável de óxidos se formam estruturas em blocos angulares e/ou blocos subangulares associados à estrutura granular (Foto 65, item 1.1.6.5.4), constituindo estruturas associadas.
- Em solos **esmectíticos** quase sempre se formam blocos angulares (Foto 53), muitas vezes constituindo estruturas prismáticas de maior tamanho.

No campo, os solos fortemente estruturados, na forma de blocos, apresentam em sua parede externa aspecto característico (Foto 56), onde as interfaces entre as unidades (peds), ou linhas, ou superfícies de "fraqueza", são perfeitamente visualizadas.

As unidades estruturais em blocos angulares fortemente desenvolvidas, depois de individualizadas, também assumem aspecto característico como nas Fotos 57 e 58.

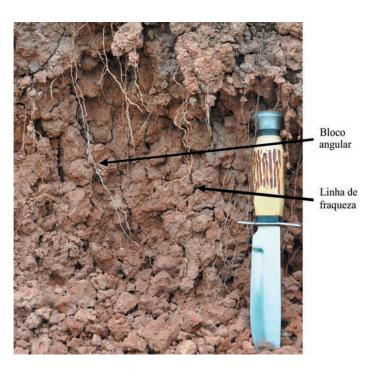


Foto 56 - Aspecto de perfil de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Alítico, constituído por estrutura forte em blocos angulares, grandes e médios. Tarauacá (AC). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.



Foto 57 - Aspecto de estrutura em blocos angulares fortemente desenvolvida. Observar a angulosidade das unidades. Foto: Sergio Hideiti Shimizu.



Foto 58 - Estrutura em blocos angulares fortemente desenvolvida. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

h - Estrutura **granular** - as partículas estão arranjadas em torno de um ponto, formando agregados arredondados, cujo contato entre as unidades não se dá através de faces e sim de pontos (Foto 59). São também reconhecidos dois subtipos: granular e grumos, que se diferenciam pela porosidade interna, sendo que os grumos são mais porosos.

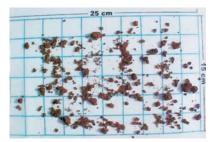


Foto 59 - Exemplos de estrutura média e grande granular. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

i - Identificação das estruturas granulares

As estruturas granulares quando fortemente desenvolvidas (em que a maior parte da massa do solo esteja assim agregada e com grãos estáveis) são verificadas principalmente em solos oxídicos, comumente em horizontes B de Latossolos (Fotos 60 e 61) e, no horizonte A de alguns solos (Foto 62), neste caso em razão da presença maior da matéria orgânica.

Quando associadas à presença de matéria orgânica, as estruturas granulares alcançam os maiores tamanhos, enquanto as associadas à presença de óxidos livres (B latossólico) o tamanho é bem menor, predominando os pequenos e muito pequenos. Nos solos puramente oxídicos como os Latossolos Ácricos dos chapadões da Região Centro-Oeste, verificam-se os menores tamanhos dentre todas (muito pequenas), que costumam ser denominadas estruturas tipo "pó de café".

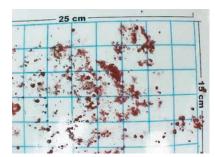


Foto 60 - Exemplos de estrutura muito pequena, pequena e média granular. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 61 - Aspecto de estrutura granular fortemente desenvolvida em horizonte B de LATOSSOLO oxídico. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 62 - Aspecto de estrutura forte média e grande granular, associada à estrutura em blocos subangulares de horizonte A de VERTISSOLO.

Foto: Sergio Hideiti Shimizu



j - Estruturas cuneiformes e paralelepipédicas

Estruturas formadas por ação mecânica de cunhas (preenchimento das fendas originadas pela expansão/contração de argilas, por sedimentos) com presença de slickensides (superfícies de fricção) em algumas de suas faces externas. Estritamente relacionadas com Vertissolos ou com solos com alta concentração de argilas expansivas.

Paralelepipédica - estrutura formada por superfícies planas, interligadas por ângulos agudos lembrando paralelepípedos (Foto 63). Não necessariamente se apresentam alongadas verticalmente. É um subtipo de estrutura prismática, hexaédrica, disposta quase sempre obliquamente em relação à superfície do terreno.



estrutura prismática, hexaéFoto 63 - Estrutura paralelepipédica. Jaraguari (MS). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Cuneiforme - estrutura com superfícies curvas (elipsoidais) interligadas por ângulos agudos, lembrando cunhas (Foto 64).

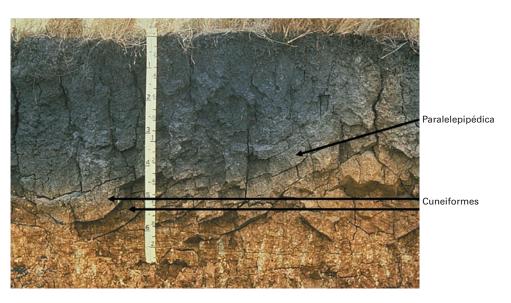


Foto 64 - Aspecto de estruturas cuneiforme e paralelepipédica desenvolvidas em perfil de VERTISSOLO. Foto extraída de Eswaran e outros (1999).



1.1.6.5.2 Graus de estrutura - estão relacionados com as condições de coesão dentro e fora dos agregados (percentual de agregação das partículas). Devem ser avaliados no campo, observando-se conjuntamente a maior ou menor facilidade de separação das unidades estruturais através das superfícies de fraqueza e o percentual de agregados na massa do solo, de acordo com os seguintes critérios:

Sem agregação - agregados não discerníveis visualmente tanto *in loco* (no barranco) como em amostra destacada. Descreve-se apenas como grãos simples ou maciça;

Fraca - agregados pouco nítidos, de difícil percepção tanto *in loco* (no barranco) como em amostra destacada e com proporção muito inferior à de material não agregado. Exemplo: Alguns horizontes B incipientes e alguns horizontes B texturais de textura média;

Moderada - nitidez dos agregados intermediária ou razoável tanto *in loco* (no barranco) como em amostra destacada e com percentual equivalente entre unidades estruturais (agregados) e material não agregado; e

Forte - agregação nítida, com separação fácil dos agregados e praticamente inexistência de material não agregado. Exemplo: Estrutura tipo "pó de café" do horizonte B de alguns Latossolos Vermelhos e estrutura tipo "grãos de milho" de Nitossolos Vermelhos.

1.1.6.5.3 Classes de estrutura - definidas pelo seu tamanho, de acordo com os seguintes critérios:

As classes de estrutura são definidas em função de intervalos de tamanhos préestabelecidos, que por sua vez, são variáveis entre diferentes tipos de estrutura. O Quadro 4 apresenta os intervalos, enquanto as Figuras 8, 9, 10 e 11 representam as várias classes, em tamanho real, por tipo de estrutura, visando auxiliar por comparação direta a caracterização das classes.

Quadro 4 - Classes de estrutura

		Critérios (mm)							
Classes	Granular e Laminar	Colunar, Prismática e	Blocos Angulares e						
	Grandiai e Laminai	Cuneiforme	Subangulares						
Muito pequena	< 1	< 10	< 5						
Pequena	1 a < 2	10 a < 20	5 a < 10						
Média	2 a < 5	20 a < 50	10 a < 20						
Grande	5 a < 10	50 a < 100	20 a < 50						
Muito grande	<u>≥</u> 10	100 a < 500	≥ 50						
Extremamente grande	-	≥ 500	=						

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

Nota: No caso de estrutura laminar, colunar, prismática e cuneiforme, considerar as dimensões do menor eixo.



A caracterização da estrutura deverá ser feita pelo registro do grau, seguido do registro da classe e do tipo de estrutura, conforme exemplo:

Para horizonte "B" latossólico tipo "pó-de-café", a estrutura deverá ser descrita como:

Forte muito pequena granular.

Figura 8 - Classes de estrutura laminar e granular

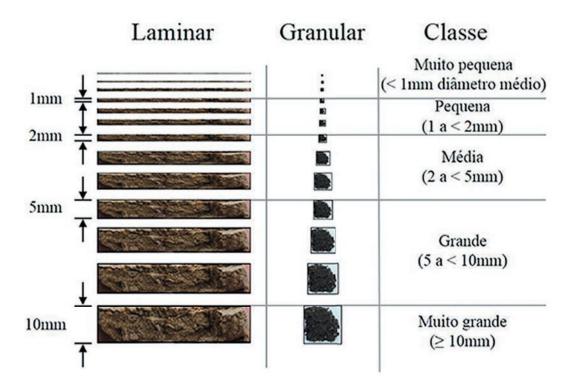


Ilustração: Daniel Ramos Pontoni

IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais



Figura 9 - Classes de estrutura em blocos angulares e subangulares

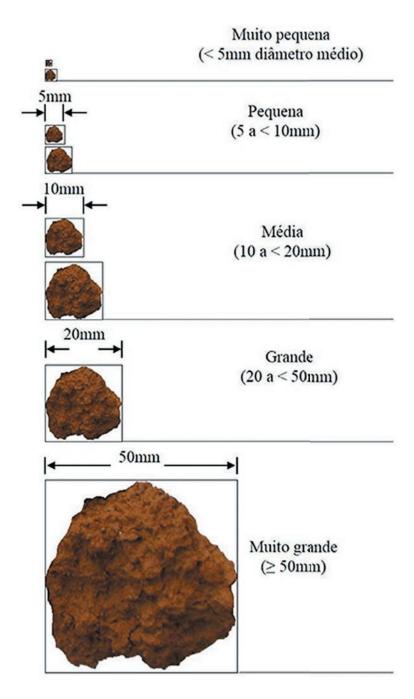


Ilustração: Daniel Ramos Pontoni

IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais



Figura 10 - Classes de estrutura prismática

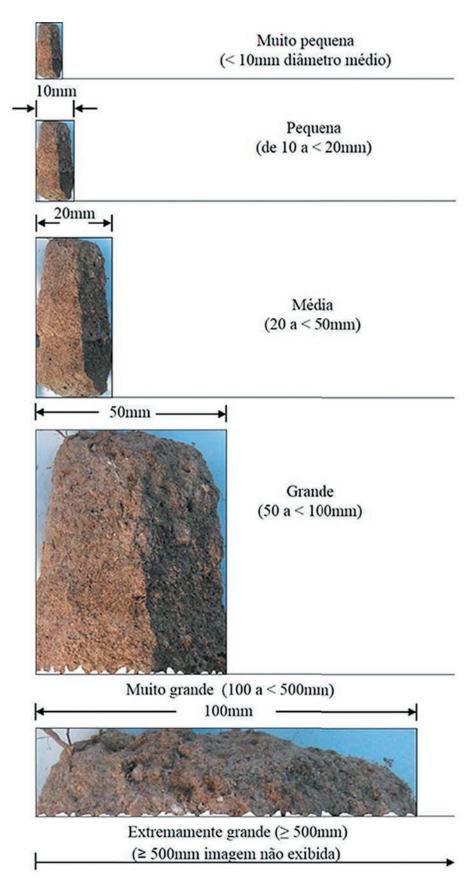


Ilustração: Daniel Ramos Pontoni



Figura 11 - Classes de estrutura cuneiforme e paralelepipédica

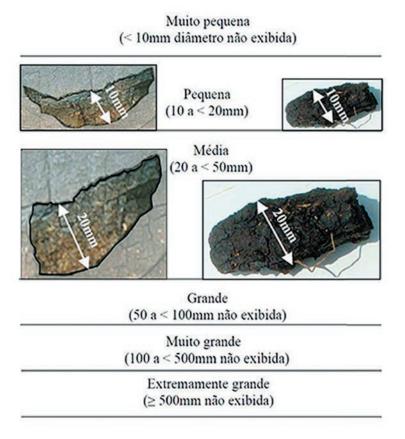


Ilustração: Daniel Ramos Pontoni

IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais

1.1.6.5.4 Descrição de estruturas associadas

Quando o horizonte apresentar mais de um tipo de estrutura ocorrendo de forma independente na massa do solo, o que é muito comum, descrevem-se os dois tipos, sendo que em primeiro lugar o que tiver maior ocorrência. É comum esta situação no horizonte A de alguns solos, principalmente aqueles com teores elevados de matéria orgânica (Foto 62, item 1.1.6.5.1).

Ocorre também em muitos outros horizontes (B ou C) de solos com argila de baixa atividade ou com textura média. O registro deve ser feito como **pequena e média granular e moderada média blocos subangulares** para a situação da Foto 65.





Foto 65 - Ocorrência de estruturas granular muito pequena, pequena e média em associação com estrutura moderada em blocos subangulares. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

1.1.6.6 Consistência

Termo usado para designar as manifestações das forças físicas de coesão e adesão verificadas no solo, conforme variação dos teores de umidade. A terminologia para a consistência inclui especificações distintas para a descrição em três estados de umidade padronizados: solo seco, úmido e molhado.

A consistência do solo quando seco e úmido (dureza e friabilidade, respectivamente) deve ser avaliada em material não desagregado.

Importante observar que embora ainda não adotado no Brasil pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos - CNPS, atual Embrapa Solos, há uma tendência para determinação da consistência do solo no campo em amostras secas e úmidas, utilizando-se em lugar das tradicionais dureza e friabilidade, outros parâmetros como resistência à ruptura, resistência à penetração e formas de desagregação, enquanto as determinações em amostra molhada (plasticidade e pegajosidade) permanecem como determinações distintas.

A consistência do solo **quando seco** é caracterizada pela dureza ou tenacidade. Para avaliá-la, deve-se selecionar um torrão seco e comprimi-lo entre o polegar e o indicador (Foto 66). Assim, tem-se:



Solta - não coerente entre o polegar e o indicador:

Macia - fracamente coerente e frágil, quebrando-se em material pulverizado ou grãos individuais sob pressão muito leve;

Ligeiramente dura - fracamente resistente à pressão, sendo facilmente quebrável entre o polegar e o indicador;

Dura - moderadamente resistente à pressão. Pode ser quebrado nas mãos, sem dificul- Foto 66 - Determinação da consistência em amostra seca. dade, mas dificilmente quebrável entre o indicador e o polegar;



Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Muito dura - muito resistente à pressão. Somente com dificuldade pode ser quebrado nas mãos. Não quebrável entre o indicador e o polegar; e

Extremamente dura - extremamente resistente à pressão. Não pode ser quebrado com as mãos.

A consistência do solo quando úmido é caracterizada pela friabilidade que é determinada num estado de umidade aproximadamente intermediário entre seco ao ar e a capacidade de campo.

A resistência da amostra de solo diminui com o aumento do conteúdo de água, e a precisão das descrições de campo dessa forma de consistência é limitada pela precisão da estimativa do conteúdo de água na amostra.

Para avaliação dessa consistência, deve-se selecionar e tentar esboroar entre o polegar e o indicador uma amostra (torrão) que esteja ligeiramente úmida, tendo-se:

Solta - não coerente;

Muito friável - o material do solo esboroa-se com pressão muito leve, mas agrega-se por compressão posterior;

Friável - o material do solo esboroa-se facilmente sob pressão fraca e moderada entre o polegar e o indicador e agrega-se por compressão posterior;

Firme - o material do solo esboroa-se sob pressão moderada entre o indicador e o polegar, mas apresenta resistência distintamente perceptível;

Muito firme - o material do solo esboroa-se sob forte pressão. Dificilmente esmagável entre o indicador e o polegar; e

Extremamente firme - o material do solo somente se esboroa sob pressão muito forte. Não pode ser esmagado entre o indicador e o polegar e deve ser fragmentado pedaço por pedaço.



No caso de amostras de material estruturado difícil de ser umedecido, ficando molhadas externamente e secas internamente, pode-se optar pela não descrição da consistência úmida, sendo registrado o porquê no item **Observações**.

Compacidade - a compacidade do material do solo caracteriza a combinação de consistência firme e grupamento ou arranjamento cerrado das partículas, devendo ser usada somente nesse sentido. É classificada do seguinte modo: compacto, muito compacto e extremamente compacto.

Consistência do solo **quando molhado** caracteriza a plasticidade e pegajosidade e é determinada em amostra pulverizada e homogeneizada, com conteúdo de água ligeiramente acima ou na capacidade de campo.

A amostra escolhida deve ser molhada paulatinamente e, ao mesmo tempo pressionada ou amassada, com o objetivo de desfazer completamente os agregados (Foto 67), com o cuidado de não promover o seu molhamento excessivo ou o seu encharcamento.

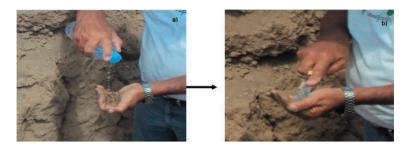


Foto 67 - Preparação da amostra para avaliação da plasticidade: a) ato de molhamento paulatino de amostra; e b) ato de amassamento de amostra para eliminação de agregados. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

a) **Plasticidade** - é a propriedade que pode apresentar o material do solo de mudar continuamente de forma, pela ação da força aplicada, e de manter a forma imprimida, quando cessa a ação da força.

Para determinação de campo da plasticidade, rola-se, depois de amassado, o material do solo entre as mãos e observa-se se pode ser feito ou modelado um fio ou cilindro fino de solo (Foto 68), com cerca de 4cm de comprimento, conforme especificações do Quadro 5:

O grau de resistência à deformação é expresso da seguinte forma:

Não plástica - nenhum fio ou cilindro fino se forma;

Ligeiramente plástica - forma-se um fio de 6mm de diâmetro e não se forma um fio ou cilindro de 4mm;

Plástica - forma-se um fio de 4mm de diâmetro e não se forma um fio ou cilindro de 2mm, e;

Muito plástica - forma-se um fio de 2mm de diâmetro, que suporta seu próprio peso.

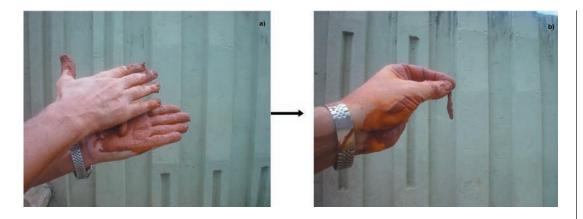


Foto 68 - Avaliação da plasticidade: a) formação de cilindro; e b) teste de resistência do cilindro. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Quadro 5 - Critérios para distinção de classes de plasticidade

Classes de Plasticidade	Ligeiramente Plástica	Plástica	Muito Plástica	Não Plástica
Diâmetro dos Cilindros (mm)		●	→ 2 ←	Nenhum cilindro
Comprimento do Cilindro	•	se forma		

Fonte: SCHOENEBERGER, P. J. et al. (Ed.). Field book for describing and sampling soils. Version 3.0. Lincoln: United States Department of Agriculture - USDA, National Soil Survey Center, 2012. [298] p. Disponível em: http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_052523.pdf. Acesso em: jul. 2015. Adaptado.

b) **Pegajosidade** - é a propriedade que pode apresentar a massa do solo de aderir a outros objetos. Para avaliação de campo, a massa do solo quando molhada e homogeneizada é comprimida entre o indicador e o polegar (Foto 69), e a aderência é então

observada. Os graus de pegajosidade são descritos da seguinte forma:

Não pegajosa - após cessar a pressão não se verifica, praticamente, nenhuma aderência da massa ao polegar e/ou indicador;

Ligeiramente pegajosa - após cessar a pressão, o material adere a ambos os dedos, mas desprende-se de um deles perfeitamente. Não há apreciável esticamento ou alongamento quando os dedos são afastados;



Foto 69 - Avaliação da pegajosidade. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Pegajosa - após cessar a compressão, o material adere a ambos os dedos e, quando estes são afastados, tende a alongar-se um pouco e romper-se, ao invés de desprender-se de qualquer um dos dedos; e

Muito pegajosa - após a compressão, o material adere fortemente a ambos os dedos e alonga-se perceptivelmente quando eles são afastados.

A verificação da consistência em amostra molhada, para solos muito intemperizados (solos ácricos), como é o caso de parte dos Latossolos, demanda que se trabalhe bem a amostra com as mãos, com o intuito de desfazer completamente os agregados, visto que tais solos apresentam-se com estrutura granular forte, que pode dificultar a avaliação desta característica.

1.1.7 Outras características morfológicas (ocorrência ocasional)

1.1.7.1 Cerosidade

É a concentração de material inorgânico, na forma de preenchimento de poros ou de revestimentos de unidades estruturais (agregados ou peds), ou de partículas de frações primárias grosseiras (grãos de areia, por exemplo), que se apresenta macromorfologicamente como películas ou filmes de aspecto lustroso e brilho graxo, similar à cera derretida e escorrida.

Pode ser resultante do revestimento por material inorgânico, frequentemente argila, ou do rearranjamento de partículas nas superfícies das unidades estruturais (*clay skins, cutans*, etc.).

A cerosidade manifesta-se frequentemente por apresentar uma cor mais intensa que a parte interna dos agregados (Foto 70) e por não apresentar em seu interior grãos desnudos de areia.

Critério adaptado de Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreeting soil surveys (1975).

1.1.7.1.1 Caracterização

Quanto ao **grau de desenvolvimento**, a avaliação é feita de acordo com a maior ou menor nitidez e contraste mais ou menos evidente em relação à cor da matriz sobre a qual se apresenta, aplicando-se os termos; fraca, moderada e forte, conforme critérios a seguir:

Fraca - deve expressar ocorrência de cerosidade de pouca nitidez e com difícil percepção de contraste em relação à cor da matriz do solo. Geralmente só é diagnosticada positivamente com o auxílio de lupa (10x ou mais);

Moderada - deve expressar ocorrência de cerosidade com percepção razoável e bom contraste em relação à matriz do solo. Geralmente é perceptível a vista desarmada; e



Forte - deve expressar ocorrência de cerosidade cujo contraste e nitidez são perceptíveis a olho nu com grande facilidade. Este grau não deixa qualquer tipo de dúvida para o examinador.

Quanto à **quantidade de ocorrência**, são utilizados os termos: pouca, comum e abundante, conforme critérios a seguir:

Pouca - qualificação dada quando a ocorrência de cerosidade no horizonte se dá de maneira inexpressiva, onde a proporção de agregados estruturais ou de partículas primárias grosseiras (grãos de areia) recobertas por cerosidade é bem inferior à de elementos não recobertos;

Comum - qualificação dada quando a presença de cerosidade é verificada em quantidade considerável no horizonte. A proporção de agregados estruturais ou de partículas primárias grosseiras (grãos de areia) recobertas por cerosidade é equivalente à de elementos não recobertos; e

Abundante - qualificação dada quando a presença de cerosidade é verificada de forma ostensiva no horizonte. A proporção de agregados estruturais ou de partículas primárias grosseiras (grãos de areia) recobertas por cerosidade é muito superior à de elementos/agregados não recobertos.

Quando presente, a cerosidade deve constar da descrição do horizonte, imediatamente após a descrição da estrutura, citando-se primeiramente a quantidade, seguida do grau de desenvolvimento. Exemplo: cerosidade abundante e forte.

É comum a ocorrência simultânea de cerosidade com mais de um grau de desenvolvimento no mesmo horizonte ou camada. Neste caso, a definição deve contemplar os dois graus. Exemplo: cerosidade fraca e moderada, comum.

1.1.7.1.2 Identificação em campo

A correta identificação desta característica é de crucial importância para o enquadramento taxonômico de vários solos, sendo a sua presença ou não, elemento distintivo de gênese e, por conseguinte, de horizontes diagnósticos de classes no 1º nível categórico do SiBCS.

Importa para esta tarefa o cuidado de não confundir a cerosidade com outras características como superfícies de compressão principalmente. Além das observações diretas no campo, conforme já especificado, é possível a confirmação de sua presença através de análises de micromorfologia.

A presença de cerosidade deve ser investigada na face de agregados (unidades estruturais) por observação direta em sua superfície, considerando-se a cor, brilho, "textura" e/ou porosidade, comparando-se com a porção interna ou com faces não revestidas que devem ser distintas, podendo ser confirmada no bordo de seção transversal da superfície dos agregados que a contém (Fotos 70 e 71). A seção transversal dos agregados para confirmação deve ser produzida por quebra da unidade estrutural em apreço, e nela se procura identificar ou distinguir a película de revestimento da matriz do solo. A observação dos bordos desta seção quebrada, preferencialmente com auxílio de lupas, quase sempre permite distinguir a película que corresponde à cerosidade.

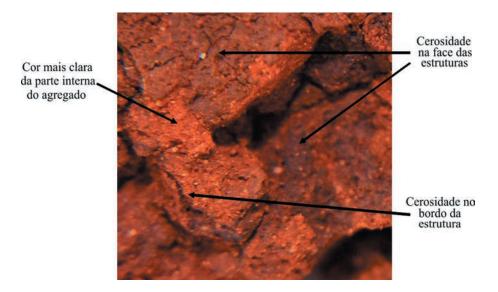


Foto 70 - Aspecto de cerosidade em vista frontal e lateral (no bordo da estrutura). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.

Em material de horizonte B textural, de textura leve (média) com gradiente textural elevado, deve-se atentar para grãos de areia ou outras partículas primárias grosseiras. Muitas vezes a cerosidade recobre vários grãos estabelecendo interligação entre eles, denominadas "pontes".



Foto 71 - Observação da presença de cerosidade em amostra de solo. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

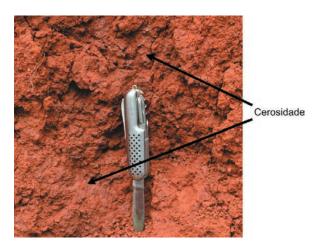


Foto 72 - Aspecto de cerosidade moderada e comum em horizonte B de NITOSSOLO VERMELHO. Foto: Sergio Hideiti Shimizu.

Além de identificar a cerosidade, é necessário qualificá-la quanto ao desenvolvimento (fraca, moderada ou forte) e quantificá-la com relação a sua presença em dado horizonte ou camada, conforme os critérios do item 1.1.7.1.1.

Visando auxiliar ou servir como referência para a caracterização em campo, as Fotos 72, 73 e 74 retratam condições de ocorrência de cerosidade em solos e sua caracterização.



Foto 73 - Aspecto de amostra com cerosidade forte e abundante. Observar que todas as unidades estruturais estão revestidas (exceto as quebradas). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.



Foto 74 - Aspecto de amostra com cerosidade moderada e abundante. Observar que todas as unidades estruturais estão revestidas (exceto as quebradas). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.

1.1.7.2 Superfícies de compressão

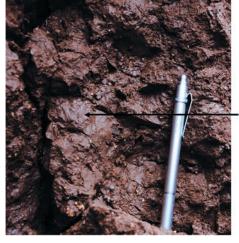
São superfícies alisadas, virtualmente sem estriamento, proveniente de compressão da massa do solo em decorrência de expansão do material por ação de hidratação, podendo apresentar certo brilho quando úmidas ou molhadas.

Constituem feições mais comuns em solos de textura argilosa ou muito argilosa, cujo elevado conteúdo de argila ocasiona expansibilidade por ação de hidratação, sendo que as superfícies não têm orientação preferencial inclinada em relação ao prumo do perfil. São observadas na parte externa dos agregados e não se verifica diferença significativa de coloração desta com relação à parte interna, apenas se observa diferença com relação a alisamento ou lustramento pela ação do esforço frontal e pelo brilho (este último no caso das superfícies brilhantes).

São características de solos argilosos, com estruturação bem desenvolvida, poliédrica e em prismas e quando presentes no solo, devem ter seu registro feito após a descrição da estrutura.

Podem se apresentar sob duas formas:

1.1.7.2.1 Brilhantes: superfícies com brilho, que depende do estado de umidade do solo (Foto 75). São observadas em solos com forte desenvolvimento estrutural, em blocos ou prismas e, geralmente com boa drenagem, podendo ou não estar associadas à presença de revestimentos do tipo cerosidade. São frequentes, por exemplo, em Nitossolos Vermelhos; e



Superficie de compressão brilhante

Foto 75 - Detalhe de presença de superfícies brilhantes em horizonte Bvk de VERTISSOLO. Foto: Sergio Hideiti Shimizu.



1.1.7.2.2 Foscas: superfícies pouco nítidas, apresentando usualmente pouco ou nenhum contraste de cor com a matriz do agregado, tendo aspecto embaçado ou fosco. Muitas vezes são confundidas com cerosidade com grau fraco de desenvolvimento, mas não são positivadas como tal por não se tratarem de revestimentos.

Conceito adaptado de Curi (1993).

Nota: atentar que nem todas as superfícies foscas são superfícies de compressão. São frequentes, por exemplo, em Nitossolos Brunos (Foto 76).

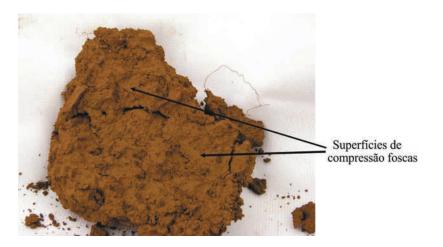


Foto 76 - Detalhe de presença de superfícies foscas em horizonte B de NITOSSOLO BRUNO. Foto: Sergio Hideiti Shimizu.

1.1.7.3 Superfícies de fricção - Slickensides

Superfícies alisadas e lustrosas, apresentando na maioria das vezes, estriamento marcante produzido pelo deslizamento e atrito da massa do solo (Foto 77). São causadas

por movimentação da massa do solo, devido à forte expansão e contração do material (argilas expansivas, ou altos teores de argila, ou minerais de argila interestratificadas), devido a processos alternados de umedecimento e secagem. Quando presentes no solo, devem ter seu registro feito após a descrição da estrutura.

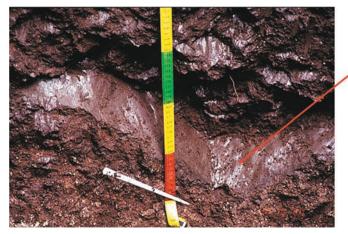


Foto 77 - Slickensides. Foto extraída de Eswaran e outros (1999).



1.1.7.3.1 Identificação em campo

A positivação destas superfícies como de fricção deve considerar que além de se tratarem de superfícies mais brilhantes e alisadas, ocorrem inclinadas em relação ao perfil (Foto 78), e apresentam estrias ("microssulcos ou microcanaletas"), mais ou menos expressas, que se formam no ato do deslizamento, por ação escarificadora de partículas mais grosseiras e mais resistentes, expostas nas mesmas (como, por exemplo, grãos de areia).

Na Foto 79 pode ser observado o sentido do deslizamento, pelas marcas do microssulcamento (estrias) produzido.

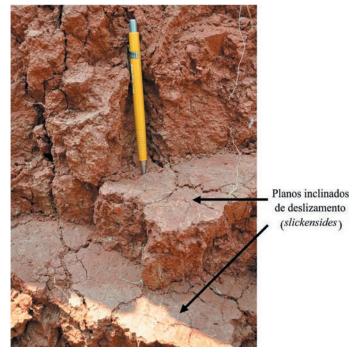


Foto 78 - Aspecto da inclinação das superfícies onde ocorrem *slickensides* em perfil de VERTISSOLO. Foto: Sergio Hideiti Shimizu.



Foto 79 - Superfície com *slickenside*, mostrando as estrias produzidas pelo deslizamento, paralelas à direção da faca. Foto: Sergio Hideiti Shimizu.



1.1.7.4 Outros revestimentos

Quaisquer outros revestimentos presentes devem ser descritos e caracterizados, tais como revestimentos por matéria orgânica infiltrada (organs), por manganês (mangans-

-pretos ou quase pretos), que são revestimentos enegrecidos e que podem apresentar forte contraste com a matriz e a nitidez pode ser maior do que nos casos de cerosidade (Foto 80).

Obs.: Devem ter suas cores descritas como mosqueados ou como cor variegada e ter seu registro de ocorrência no campo **Observações**.

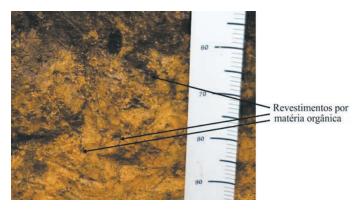


Foto 80 - Presença de revestimentos por matéria orgânica (*organs*) em ARGISSOLO AMARELO (Terra Preta de Índio). Rorainópolis (RR). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

1.1.7.5 Cimentação

Refere-se à consistência quebradiça e dura do material do solo, ocasionada por qualquer agente cimentante que não seja mineral de argila, tais como: carbonato de cálcio, sílica, óxido ou sais de ferro ou alumínio.

A presença de agentes cimentantes faz com que os torrões não se desmanchem em água, como acontece com materiais endurecidos sem agentes cimentantes (Exemplo: materiais coesos). Costuma ser referida também como a condição em que o material do solo é muito pouco ou nada alterado por umedecimento.

A ocorrência de cimentação é responsável pela existência de vários horizontes endurecidos denominados genericamente horizontes pãs (duripã, ortstein, etc.).

O grau de cimentação detectado deve ser descrito conforme segue:

Fracamente cimentado - a massa cimentada é quebradiça, dura, mas pode ser quebrada com as mãos;

Fortemente cimentado - a massa cimentada é quebradiça, não sendo possível ser quebrada com as mãos, mas pode ser quebrada facilmente com a utilização de um martelo; e

Extremamente cimentado - a massa cimentada é quebradiça, não enfraquece sob prolongado umedecimento e é tão extremamente dura que para quebrá-la é necessário um golpe vigoroso com o martelo.

A cimentação pode se dar tanto de forma contínua quanto descontínua no horizonte ou camada do solo. O registro do grau de cimentação deve ser feito no campo **Observações** ao final da descrição morfológica e, no caso de material extremamente cimentado, deve ser usado o sufixo correspondente (m) junto à simbologia do horizonte ou camada.



1.1.7.6 Coesão

Refere-se à atuação de forças entre as partículas do solo, fazendo com que horizontes minerais subsuperficiais dos solos sejam duros, muito duros e mesmo extremamente duros quando secos e friáveis quando úmidos. A origem dos horizontes coesos, ainda, não está esclarecida, mas é uma característica bastante comum, principalmente em solos dos tabuleiros costeiros (Latossolos e Argissolos Amarelos), em geral nos horizontes de transição AB, e/ou BA. O grau de manifestação da coesão é muito variável, mas são considerados para efeito de descrição dois graus de coesão, conforme abaixo:

Moderadamente coeso - o material do solo, quando seco, resiste à penetração da faca, do martelo pedológico e do trado e apresenta uma fraca organização estrutural, com consistência, em material seco, geralmente dura e, em material úmido, variando de friável a firme; e

Fortemente coeso - o material do solo, quando seco, resiste fortemente à penetração da faca, do martelo pedológico e do trado e não mostra uma organização estrutural visível, com consistência, em material seco, muito dura e às vezes extremamente dura, e em material úmido; variando de friável a firme.

Quando detectado o registro do grau de coesão deve ser feito na descrição do horizonte, imediatamente após a descrição da estrutura, ou quando presentes, após a descrição da cerosidade, ou das superfícies de fricção, ou de compressão.

1.1.7.7 Eflorescências

São concentrações de sais cristalinos na superfície do terreno, que se formam, ou pelo menos se destacam, nos períodos secos em locais onde a evaporação é maior que a precipitação pluviométrica, mais comumente nas regiões de clima semiárido.

Os sais comumente se movimentam para a superfície por ascensão capilar, onde se concentram após evaporação da água e se cristalizam. Costumam ocorrer também em fendas, em pequenos barrancos (Foto 81) e nas superfícies dos elementos estruturais na forma de revestimentos.



Foto 81 - Ocorrência de eflorescência de NaCl em barranco de canal de drenagem, dentro de perímetro irrigado no semiárido brasileiro. Petrolina (PE). Foto: Tony Jarbas Ferreira Cunha.



Estes sais muitas vezes têm forma pulverulenta (pó de giz), nódulos (Foto 82) e mesmo crostas (Foto 83), e alguns podem ser identificados pelo sabor salgado (NaCl). Dentre os principais representantes estão o cloreto de sódio, os sulfatos de cálcio, magnésio e sódio e mais raramente o carbonato de cálcio.



Foto 82 - Eflorescência na forma de pequenos nódulos e de pó em leito seco de afluente do rio Jaguaribe. Aracati (CE). Foto: Glailson Barreto Silva.



Foto 83 - Detalhe de eflorescência de cor clara, na forma de crosta de NaCl. Foto:Tony Jarbas Ferreira Cunha.

As crostas na superfície do solo podem ter cores claras ou escuras (pela associação com a matéria orgânica).

A presença de eflorescência deve ser registrada no campo **Observações** ao final da descrição morfológica, especificando-se quando possível a natureza dos sais, a quantidade e os locais de ocorrência.

1.1.7.8 Nódulos e concreções minerais

Tratam-se de formações endurecidas (corpos cimentados) ou pelo menos mais endurecidas que a matriz do solo, facilmente destacáveis desta, com formato e dimensões variadas e origem na maioria das vezes indefinida.



Têm composição que varia desde materiais similares ao material da massa de solo contígua, até substâncias puras de composição totalmente distinta daquela do solo em que estão inseridas.

Concreções distinguem-se de nódulos pela organização interna. Concreções têm simetria interna disposta em torno de um ponto, de uma linha ou de um plano, enquanto os nódulos carecem de uma organização interna.

A descrição dos mesmos deve incluir informações sobre quantidade, tamanho, dureza, forma, cor e natureza, usando os termos conforme a seguir:

Quantidade:

Muito pouco - menos que 5% do volume presente na massa do solo

Pouco - 5 a < 15% do volume presente na massa do solo

Frequente - 15 a < 40% do volume presente na massa do solo

Muito frequente - 40 a < 80% do volume presente na massa do solo

Dominante - mais que 80% do volume presente na massa do solo

Tamanho:

Pequeno - menor que 1cm de diâmetro (maior dimensão)

Grande - maior que 1cm de diâmetro (maior dimensão)

O tamanho médio pode ser indicado entre parênteses. Isto é desejável se os nódulos são excepcionalmente pequenos (menores que 0,5cm) ou grandes (maiores que 2cm).

Dureza:

Macio - pode ser quebrado entre o polegar e o indicador

Duro - não pode ser quebrado entre os dedos

Forma:

Esférica, irregular e angular.

Cor:

Usar termos simples do tipo: preto, vermelho, branco, etc.

Natureza:

Deve ser mencionada a natureza presumida do material do qual o nódulo ou a concreção é formado. Exemplo: concreções ou nódulos carbonáticos (Foto 84), concreções ou nódulos ferruginosos (Foto 85), concreções ou nódulos de manganês (Foto 86), nódulos gibbsíticos, etc.

O registro da presença de nódulos deve ser feito no campo **Observações** ao final da descrição morfológica, especificando os horizontes ou camadas de ocorrência, conforme exemplo: **nódulos poucos**, **pequenos** (0,25cm), **macios**, **alongados**, **púrpuros**, **ferruginosos no horizonte A**.



Foto 84 - Concreções de CaCO₃. Jaguarão (RS). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.



Foto 85 - Concreções ferruginosas. Brasília (DF). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 86 - Concreções de manganês. Foto: Sergio Hideiti Shimizu.



1.1.7.9 Presença de minerais magnéticos

É verificada indiretamente no campo pela utilização de imã. A amostra de solo seca deve ser triturada até o tamanho da fração areia (2,0 a 0,05mm) e então submetida à ação do imã por aproximação (Foto 87). Avalia-se o quantitativo da amostra que é atraída e define-se o grau de atração magnética, conforme abaixo:



Foto 87 - Utilização do ímã para estimativa do grau de atração magnética. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Forte: grande quantidade (a maior parte) da amostra é atraída pelo ímã;

Moderada: parte do material (menos que a metade) da amostra é atraída pelo ímã; e

Fraca: apenas alguns grãos são atraídos pelo imã.

Obs.: Se não houver atração, não é necessário especificar. Se houver, registrar no campo **Observações**.

O grau de atração magnética dá indicativo da presença maior ou menor de minerais magnéticos. Esta avaliação é muito utilizada em campo para distinção de solos derivados de rochas básicas, com alto conteúdo de ferro, que no SiBCS são caracterizados como nos Grandes Grupos Férricos e Perférricos (Latossolos, Nitossolos e Cambissolos).

1.1.7.10 Presença de carbonatos

A avaliação do conteúdo de carbonatos no campo é feita indiretamente pela observação da efervescência produzida na amostra após a adição de algumas gotas de HCl 10% (1:10 a partir do HCl concentrado). A amostra deve ser partida e o teste feito na superfície recém-exposta (Foto 88). Deve-se usar as seguintes especificações:



Ligeira - efervescência fraca, bolhas visíveis;

Forte - efervescência visível, bolhas formando espuma na superfície; e

Muito forte - efervescência forte, a espuma é rapidamente formada e grãos de CaCO, são visíveis na amostra.

Observações: A presença de CaCO₃ avaliada em campo é caracterização auxiliar, distintiva dos caráteres carbonático e hipocarbonático e dos horizontes cálcico e Foto: Sergio Hideiti Shimizu. petrocálcico. Geralmente, a efervescência

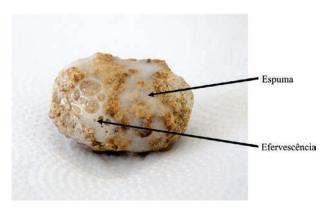


Foto 88 - Efervescência forte em concreção carbonática.

é avaliada diretamente sobre as concreções ou nódulos presentes ou, sobre manchas esbranquiçadas, mas algumas vezes deve ser testada também em material de solo, para determinação de horizontes cálcicos.

As classes de efervescência são associadas indiretamente à quantidade de carbonatos presentes em suas diversas possibilidades de ocorrência.

Quando for constatada, registrar no campo **Observações** e utilizar o sufixo "k" ou "k" na designação do(s) horizonte(s) ou camada(s) de ocorrência,

1.1.7.11 Presença de manganês

A avaliação do conteúdo de manganês é feita indiretamente pela observação da efervescência (Foto 89) produzida pela adição de água oxigenada (peróxido de hidrogênio - 20 volumes), usando-se as seguintes especificações:

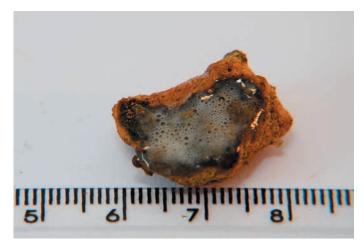


Foto 89 - Efervescência forte em concreção de manganês. Foto: Sergio Hideiti Shimizu.

Ligeira - efervescência fraca, somente ouvida;

Forte - efervescência visível, sem ruptura dos agregados;

Muito forte - efervescência forte, causando muitas vezes ruptura dos agregados.



Observações: O teste de efervescência com água oxigenada é realizado diretamente sobre as concreções ou nódulos presentes (cor negra) ou em pontuações enegrecidas.

No SiBCS a presença de manganês não é característica distintiva, mas expressa condição de drenagem do perfil de solo, com base no potencial de oxidação/redução.

Quando concreções forem constatadas, registrar no campo **Observações** e utilizar o sufixo "c" na designação do(s) horizonte(s) ou camada(s) de ocorrência.

1.1.7.12 Presença de sulfetos

A formação e acumulação de sulfetos, principalmente de sulfetos de ferro, é comum em solos de ambientes de drenagem restrita (pântanos, mangues, etc.) com acidez elevada. Não há um teste plenamente confiável de detecção no campo, mas há indicativos desta ocorrência, como a presença de eflorescências de cor amarela na parte externa de torrões, junto a canais de raízes, ou mesmo na superfície do terreno em áreas artificialmente drenadas (Foto 90).



Foto 90 - Ocorrência de crosta de jarosita em área drenada de GLEISSOLO TIOMÓRFICO. Aracruz (ES). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

As cores amareladas referidas indicam presença de jarosita (sulfato ácido de ferro). Em locais com este tipo de solo (sulfatado) é comum surgirem odores de gás sulfídrico, semelhante a ovo podre, geralmente na abertura de trincheiras ou durante as tradagens.

Em razão da grande acidez do ambiente, valores de pH iguais ou menores que 3,5, é também uma característica indicativa da presença excessiva de sulfetos.



Observações: Quando for constatada, registrar no campo **Observações** e utilizar o sufixo "j" na designação do(s) horizonte(s) ou camada(s) de ocorrência.

A presença de sulfetos é característica distintiva de horizonte sulfúrico no SiBCS.

1.1.8 Outros aspectos a serem observados na descrição dos solos

1.1.8.1 Atividade biológica

Refere-se à ação de pequenos organismos como minhocas, cupins, formigas, e outros organismos, na massa de solo. Devem ser registrados os locais de máxima atividade e a distribuição nos horizontes. Estruturas biogênicas quando presentes, devem ser indicadas e descritas, particularmente quanto ao tamanho e forma: granular, cilíndrica, tubular, etc.

Tais registros devem ser feitos no item **Observações**, posicionado após a descrição morfológica de raízes.

1.1.8.2 Classes de reação do solo

Referem-se às distinções de estado de acidez ou alcalinidade do material dos solos, assim identificadas:

Extremamente ácido - < 4,3 Fortemente ácido - 4,3 - 5,3 Moderadamente ácido - 5,4 - 6,5 Praticamente neutro - 6,6 - 7,3 Moderadamente alcalino - 7,4 - 8,3 Fortemente alcalino - > 8,3.

As classes de reação dos solos, relacionadas acima, são denominações genéricas aplicadas às descrições dos solos, não constituindo característica distintiva de unidade taxonômica.

1.1.8.3 Profundidade

As classes de profundidade do solo são qualificadas pelos termos raso, pouco profundo, profundo e muito profundo. Estes termos são empregados para designar condições de solos em que um contato lítico ocorra conforme limites especificados a seguir:

Raso - menor ou igual a 50cm;

Pouco profundo - maior que 50cm e menor ou igual a 100cm; **Profundo** - maior que 100cm e menor ou igual a 200cm; e

Muito profundo - maior que 200cm.

Os termos usados para qualificar as classes de profundidade dos solos são denominações genéricas aplicadas às descrições dos solos, não constituindo características distintivas de unidade taxonômica.



1.1.8.4 Raízes

O objetivo principal é descrever a quantidade e o tamanho (diâmetro) de raízes por horizontes ou camadas, visando informar sobre a maior ou menor facilidade de penetração das mesmas nos diversos horizontes ou camadas.

Para a quantidade de raízes, deve-se fazer sua estimativa com base no número de raízes por unidade de área - U.A. de observação no perfil do solo, utilizando-se as classes *poucas, comuns e abundantes*, conforme abaixo:

Poucas - < 1 por U.A.

Comuns - 1 a 5 por U.A.

Abundantes - > 5 por U.A.

Na descrição das raízes, devem ser informadas as classes de tamanho, com base no diâmetro das mesmas conforme especificado a seguir:

 Muito finas < 1mm</td>

 Finas 1 a < 2mm</td>

 Médias 2 a < 5mm</td>

 Grossas 5 a < 10mm</td>

 Muito grossas > 10mm

As U.A. de observação, por sua vez, estão estabelecidas de acordo com o diâmetro das raízes, ou seja, em função da classe de tamanho das raízes, conforme discriminado a seguir:

 Muito finas 1cm²

 Finas 1cm²

 Médias 1dm²

 Grossas 1dm²

 Muito grossas 1m²

O Quadro 6 mostra as U.A. de observação para cada classe de tamanho de raízes e de poros, enquanto as Fotos 91, 92 e 93, exemplificam algumas situações de avaliação de ocorrência de raízes em solos.

Quadro 6 - Classes de tamanhos de raízes e poros e unidades de área (U.A.) correspondentes

Classes de tamanho de Raízes/Poros	Muito finas/ Muito pequenos	Finas/ Pequenos	Médias/ Médios	Grossas/ Grandes	Muito grossas/ Muito grandes
Intervalo de diâmetro	< 1mm	1 < 2mm	2 < 5mm	5 < 10mm	≥ 10mm
Representação dos tamanhos (limite inferior)	→	→ -	→•		
U.A. correspondente	1cm ²	1cm²	1dm²	1dm²	1m²
	(1x1cm)	(1x1cm)	(10x10cm)	(10x10cm)	(100x100cm)

Ilustração: Paula Suélen Corrêa de Medeiros

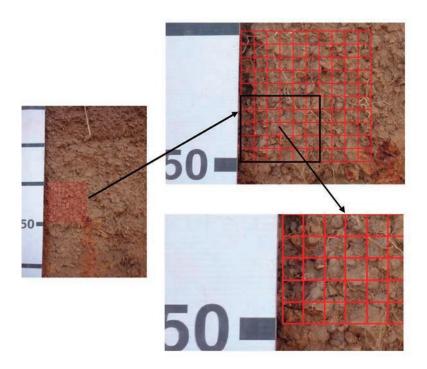


Foto 91 - Exemplo de raízes finas e muito finas (< 2mm de diâmetro) em quantidade pouca (< 1 por U.A. = 1cm²). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 92 - Exemplo de raízes médias (2 a 5mm de diâmetro) em quantidade comum (1 a 5 por U.A.). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.



Foto 93 - Exemplo de raízes muito grossas (> 10mm de diâmetro) em quantidade abundante (> 5 por U.A.). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

No exemplo da Foto 91 em que se avalia a ocorrência de raízes finas e muito finas, se lança mão de U.A. de 1cm², como é recomendado, e neste caso, devido ao pequeno tamanho da U.A., é aconselhável avaliar toda a seção do horizonte ou camada para se ter noção da relação raízes/U.A., empregando-se uma grade de U.A. Pelo exemplo, pode-se observar que algumas U.A. não contém nenhuma raiz, enquanto outras se observa uma única raiz. Como a avaliação deve ser feita para o conjunto de U.A. de cada horizonte ou camada, fica caracterizada nesta porção do exemplo em avaliação, a quantidade **pouca** (< 1 raiz por U.A. = 1cm²).

No caso da Foto 92, a avaliação é para raízes médias e então se emprega uma U.A. de 100cm² e neste caso é suficiente considerar uma única U.A., desde que esteja em um local representativo do horizonte ou camada em apreço.

De maneira análoga, pela Foto 93 se pode observar que em razão do maior tamanho da U.A. recomendada para observar raízes muito grossas. Uma U.A. localizada em local representativo costuma ser suficiente.

Observações:

- a descrição das raízes deve ser feita para cada horizonte ou camada individualmente e o seu registro deve ser feito em um item específico após a descrição morfológica convencional denominado Raízes. A ausência de raízes normalmente não é mencionada;
- disposição anômala ou estranha das raízes em relação à sequência de horizontes no perfil deve constar em sua descrição;
- sempre que discernível, fazer constar na descrição das raízes, se são pivotantes, fasciculadas, secundárias, etc.; e
- o registro da descrição de raízes também pode ser feito de forma individualizada para cada horizonte, após o registro da consistência.



Exemplo de descrição:

Raízes: Finas, comuns no horizonte Ap e poucas nos demais horizontes; médias, poucas no horizonte Ap.

1.1.8.5 Porosidade

Deverão ser considerados e descritos todos os poros existentes no material, inclusive os resultantes de atividades de animais e os produzidos pelas raízes.

Para observação da porosidade, deve ser usada lupa de aumento de mais ou menos 10x. Deve ser caracterizada quanto ao tamanho e quanto à quantidade de macroporos. Quanto ao tamanho usar os seguintes parâmetros:

Muito pequenos -< 1mm de diâmetro</th>Pequenos -1 a < 2mm de diâmetro</th>Médios -2 a < 5mm de diâmetro</th>Grandes -5 a < 10mm de diâmetro</th>Muito grandes -> 10mm de diâmetro

Quanto à quantidade é sugerido usar o mesmo critério sugerido para a avaliação de raízes, ou seja, considerar U.A. de avaliação para as várias classes de tamanho de poros, conforme o Quadro 6, à semelhança da avaliação de raízes (Foto 94).

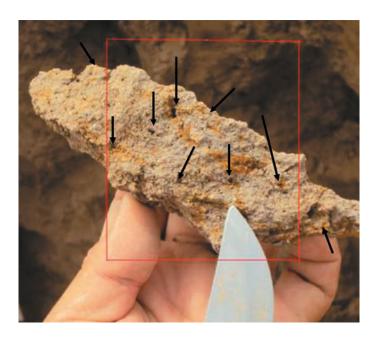


Foto 94 - Amostra com poros médios (2 a 5mm) abundantes (> 5 por U.A. de $10 \times 10 \text{cm} = 1 \text{dm}^2$). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Visando facilitar a avaliação em campo, as classes de quantidade de poros são a seguir, associadas a alguns horizontes genéticos:

Poucos - horizonte B de Planossolo Nátrico, Bf de Plintossolo e Cg de Gleissolos;



Comuns - horizonte B textural de textura argilosa; e

Abundantes - alguns horizontes B latossólicos e solos arenosos.

A descrição de porosidade deve ser feita para cada horizonte ou camada individualmente e o seu registro deve ser feito após a descrição de raízes em item específico.

Observações:

- é importante lembrar que a descrição de poros conforme acima, se refere exclusivamente à macroporosidade; e
- quando o material não apresenta poros visíveis, mesmo com lupa de aumento, usa--se a expressão "sem poros visíveis".

1.1.8.6 Caracterização micromorfológica do solo

A pedogênese altera a posição e o tamanho dos constituintes dos solos, e o conhecimento do arranjamento final dos mesmos pode dar informações importantes sobre fenômenos ocorridos e aspectos do comportamento dos solos. A caracterização micromorfológica tem grande importância na pedologia, pois auxilia no diagnóstico de processos pedogenéticos, intemperismo e neoformação, assim como na classificação dos solos. Nas ciências agrárias, tem aplicabilidade em estudos sobre efeitos das práticas de cultivo e na biologia e microbiologia do solo na identificação de processos de bioturbação e interações entre organismos vivos, entre outros. Auxilia, ainda, em estudos de geotecnia, paleopedologia, paleoclimatologia, arqueologia, geologia e geomorfologia.

A análise micromorfológica do solo é realizada em escala micrométrica e subsidia informações sobre: microestrutura (arranjo dos microagregados, forma e tamanho);

porosidade (forma, tamanho e natureza dos poros); constituição dos materiais grosso e fino (natureza, tamanho, grau de alteração, etc.); e também as unidades resultantes dos processos pedogenéticos - as feições pedológicas (ex.: revestimentos ou cutãns, etc.)

A técnica requer que amostras indeformadas de solo coletadas em campo sejam impregnadas com resinas especiais e a partir delas são confeccionadas lâminas delgadas (Foto 95).



Foto 95 - Lâmina delgada de solo (30x40mm) preparada para exame. Foto: Jéssica Oliveira.





Foto 96 - Observação de lâmina delgada em microscópio petrográfico monocular. Foto: Verediana Fernanda Cherobim.

A observação e análise das lâminas são realizadas com auxílio de instrumentos óticos, tais como lupas (aumento de 10 a 30 vezes) e microscópio petrográfico com aumento de até 100 vezes (Foto 96). Para estudos mais precisos e detalhados como o exame da superfície dos microagregados, identificação dos microporos e detecção de minerais e suas formas, é utilizado o microscópio eletrônico de varredura (aumento de até 10⁵ vezes).

A identificação e classificação dos constituintes é realizada empregandose terminologia apropriada que pode ser encontrada em Brewer (1976), Bullock e outros (1985) e Stoops (1994).

A Foto 97 mostra uma lâmina observada ao microscópio e a respectiva interpretação.

Desta forma, o emprego sistemático da técnica da micromorfologia em classificação e levantamento de solos é limitada, principalmente devido ao tempo de coleta e preparo das amostras. Em razão disto, vem sendo utilizada com o propósito principal de complementação e/ou confirmação de informações em estudos específicos.

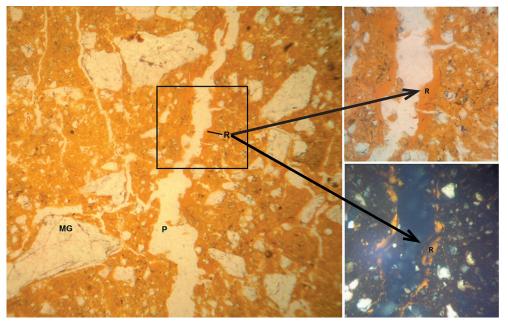


Foto 97 - Lâmina delgada de um horizonte Bt observada em microscópio petrográfico em luz normal com aumento de 2,5x (à esquerda): Detalhe da lâmina observada com aumento de 10x (acima à direita) e em luz polarizada (acima à direita). MG = material grosso (esqueleto); P = poros; e R = revestimentos (cutãns) de argila. Foto: Paula Suélen Corrêa de Medeiros.



No item 1.2.1.2.3, são encontradas informações sobre os procedimentos para coleta de amostras com este fim.

1.1.9 Registro das descrições de perfis de solos

O registro das descrições de perfis de solos geralmente é compartimentado em: Descrição Geral e Descrição Morfológica. Na primeira parte, constam informações gerais de identificação, localização e caracterização do ambiente físico local e a segunda parte, contempla a descrição morfológica de cada horizonte e/ou camada.

No Apêndice 2 desta obra consta uma ficha para auxiliar o trabalho de descrição do perfil no campo. A seguir são relacionados os principais tópicos que devem ser objeto de caracterização no ato da descrição dos solos.

Descrição geral

Identificação: Especificar o tipo de caracterização empregado em cada caso, conforme o item 1.1.3. Deve também constar o código (sigla do projeto) e a numeração atribuída ao ponto de amostragem, conforme será referido no texto e no mapa ou carta de solos em elaboração. Caso haja renumeração em uma fase posterior, no texto final deverão constar as numerações de campo e a final.

Data - deve ser registrada a data de exame e coleta do perfil (dia/mês/ano).

Classificação - deve constar a classificação completa, segundo o SiBCS.

Observação: A classificação final do solo contemplando todos os níveis categóricos do SiBCS, geralmente é dependente de resultados de laboratório e só é completada após a conclusão destes.

Unidade de mapeamento - preencher quando o perfil em caracterização for parte de um levantamento de solos. Refere-se ao símbolo da unidade de mapeamento que consta no mapa de solos, na qual o ponto está localizado.

Localização, município, estado e coordenadas - deve conter de maneira clara os dados de localização mencionados.

Observação: É muito importante fornecer dados precisos de localização, além das coordenadas obtidas com GPS (item 3.1.2.7) no local da descrição. Especificar o *datum*, o sistema de referência e a acurácia da informação. Colocar, sempre que possível informação sobre o código oficial (siglas) das estradas ou rodovias, a quilometragem, e uma distância em relação a algum ponto de referência (preferencialmente acidentes geográficos como rios, córregos, etc.).

Situação, declive e cobertura vegetal sobre o perfil - descrever com a maior precisão possível.



A situação do perfil deve expressar o tipo de paisagem em que o solo está inserido (depressão, vales, planícies de inundação, terraços fluviais, topos, encostas, etc) e o seu posicionamento na mesma, com o intuito de fornecer informações adicionais sobre prováveis formas de evolução do solo, como, por exemplo, se o ambiente é de aporte de sedimentos ou se é de perda, etc. As Fotos 98 e 99 mostram algumas destas situações.

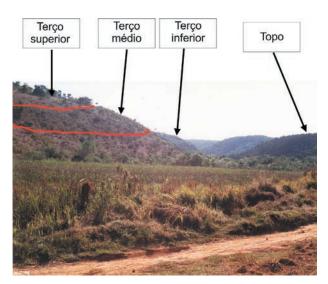


Foto 98 - Aspecto da posição na encosta. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

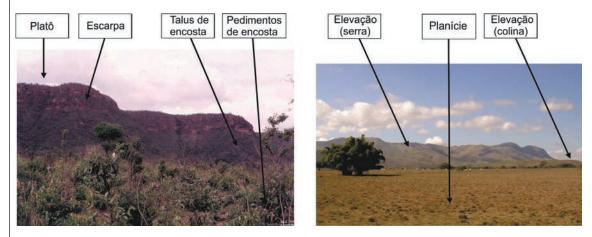


Foto 99 - Exemplos de tipos de paisagem: foto da esquerda - bordo da Chapada da Serra Geral (TO/BA); e foto da direita - vale do rio Suaçuí Grande (MG).
Fotos: Rosângela Garrido Machado Botelho.

No que concerne ao **declive** ou à **declividade**, deve ser dada a informação do local onde foi feita a descrição e coleta do perfil. Tal informação irá contribuir para a caracterização da classe de relevo local. A declividade do terreno se trata da inclinação que a superfície do terreno possui em relação a um plano horizontal, conforme mostra a Foto 100.



É medida em percentagem e, portanto, representa o desnível existente na superfície do terreno em relação à grandeza 100. De acordo com a Foto 100, representa o valor de Ev para cada 100Eh.

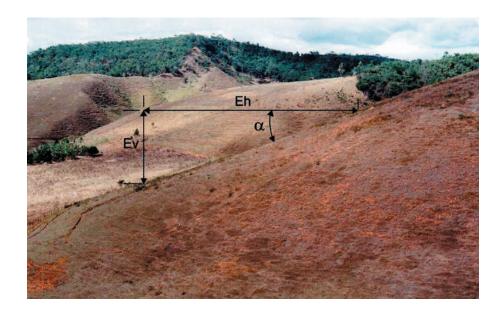


Foto 100 - Esquema ilustrativo da declividade de um terreno. Ev = distância vertical; Eh = distância horizontal; e α = ângulo de inclinação da superfície. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Em trabalhos de levantamentos de solos em que não se necessite de grande precisão a respeito desta informação, é comum se proceder a estimativas visuais, considerando-se o esquema da Foto 100. Representa a relação percentual entre EV (desnível no terreno) e EH (comprimento da superfície) onde ele acontece, podendo ser representado conforme abaixo:

$D(\%) = 100 \times EV$ (distância vertical)/Eh (distância horizontal)

Uma declividade de 10% significa que a cada 100m no terreno ocorre um desnivelamento de 10m, ou múltiplos destes números.

Quando se conhece ou se determina o ângulo de inclinação da superfície (ângulo alfa da Foto 100), pode-se empregar a fórmula a seguir para converter este em declividade:

D% = 100 x tangente do ângulo alfa

Para a sua determinação mais precisa em campo, pode-se utilizar clinômetros (Foto 101), que propiciam a medição direta, tanto em graus quanto em porcentagem (Foto 102), no caso dos mais modernos.



Foto 101 - Clinômetro tipo Abney. Foto extraída da página Preciolandia, na Internet, disponível em: http://www.preciolandia.com.



Foto 102 - Detalhe de clinômetro marcando declividade de 7% (acima) e 4° (abaixo).
Foto extraída da página Preciolandia, na Internet, disponível em: http://www.preciolandia.com>.

Com relação à **cobertura vegetal**, mencionar o tipo de vegetação, natural ou não, que ocorre no local do exame, tais como: floresta; cerrado; gramado; pastagem plantada; lavoura de milho; capoeira; etc.

Altitude - registrar a altitude local, obtida com utilização de altímetro ou, extraída de cartas planialtimétricas ou, de aparelhos GPS.

Litologia, unidade litoestratigráfica e cronologia - deve conter a discriminação ou relação da(s) rocha(s) constituintes do "pacote litológico" associado à unidade geológica (Complexo, Grupo, Suíte, Formação, etc.) definida para o local, bem como a especificação desta e a sua referência cronológica (era ou período geológico). Geralmente estas informações são extraídas de mapas geológicos.

Material de origem - especificar se o solo é autóctone, pseudoautóctone ou alóctone (item 1.1.2). Caso seja autóctone, sem evidências de transporte e, ou com o material de origem presente gradando para o solo através de horizontes ou camadas semialteradas, informar sobre a natureza do material a partir do qual o solo se originou, tomando por base principalmente as observações efetuadas no local do perfil. Se possível, especificar o tipo de rocha ou algo sobre sua granulometria, composição mineralógica aparente e permeabilidade e, se o material é de caráter brando, semibrando ou consolidado, com relação a sua dureza.

Caso seja evidente a condição de solo transportado (solo alóctone) ou que esteja sendo influenciado por material externo (pseudoautóctone), informar, se discernível, a natureza do material de contribuição (coluvial, aluvial, marinho, lacustrino, etc.).

Registrar no campo **Observações**, qual a evidência de transporte do solo como presença de pedras arredondadas, em linhas ou não, ou o posicionamento do perfil na paisagem.

É válido observar que nem sempre se consegue observar no local o material de origem do solo, como acontece em caso de solos muito profundos. Nestes casos pode-se registrar no campo identificação **provável** alteração de alguma das litologias listadas no item anterior.



No caso de solos orgânicos, informar sobre a natureza dos detritos vegetais que integram o material originário.

Pedregosidade; rochosidade; relevos local e regional; erosão; drenagem; vegetação primária - descrever os itens acima, conforme os critérios constantes no item 2.2.1.6 - Critérios para distinção das fases de unidades de mapeamento.

Observação: No campo relevo local, informar o relevo do local da descrição (relevo local) e no campo relevo regional, informar o relevo do ambiente ou da paisagem de ocorrência (relevo regional) do solo em apreço, conforme ilustra a Foto 103.

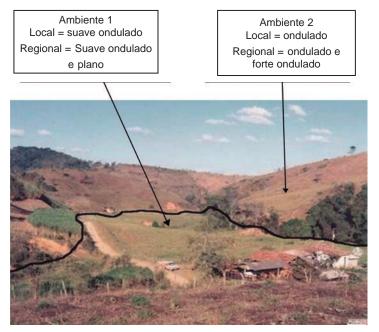


Foto 103 - Caracterização do relevo em distintas paisagens. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Uso atual - especificar os diferentes tipos de cultivo e outras formas de utilização sobre a classe de solo em questão, no local da descrição e nas redondezas.

Descrito e coletado por - deve constar o nome do(s) pedólogo(s) que realizou ou realizaram a descrição e coleta do perfil.

Descrição morfológica

Deve ser específica para cada horizonte ou camada, obedecendo à seguinte ordem: designação do horizonte; profundidade (dos limites superior e inferior); cor (nome e notação de Munsell); mosqueado; textura; estrutura; cerosidade, superfície de fricção; superfície de compressão; superfícies foscas; grau de coesão; consistência seco; cimentação; quebradicidade; consistência em material de solo úmido; consistência em material de solo molhado; transição (variação de espessura do horizonte se a transição não for plana).



A descrição das características relacionadas deve ser feita em concordância com os critérios contidos nos itens de 1.1.4 a 1.1.8.

Raízes - descrição sucinta sobre a ocorrência de raízes no perfil, de acordo com os critérios estabelecidos no item 1.1.8.4 - **Raízes**.

Poros - descrição sucinta sobre a ocorrência de poros no perfil, de acordo com os critérios estabelecidos no item 1.1.8.5 - **Porosidade**.

Observações: Neste item, relacionar informações que de alguma forma auxiliem o esclarecimento de questões referentes ao solo ou ambiente local e quaisquer outras que de alguma forma sejam relevantes, tais como condições favoráveis ou desfavoráveis para descrição, condições do tempo, luminosidade e particularidades do solo.

1.1.9.1 Exemplo de apresentação da descrição de um perfil de solo

A seguir, é apresentado um exemplo de descrição do perfil **AC - P-06 da IX RCC** (Foto 104):

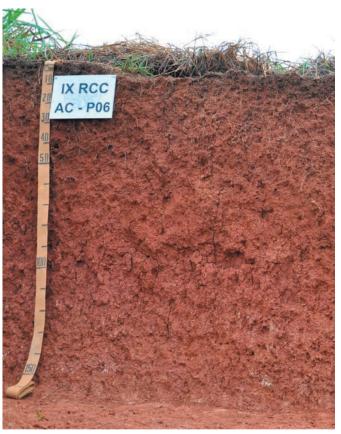


Foto 104 - Perfil de ARGISSOLO VERMELHO Alítico nitossólico. Tarauacá (AC). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

IDENTIFICAÇÃO - Perfil Completo, número 06. IX RCC - ACRE.

DATA - 07/10/09



CLASSIFICAÇÃO - ARGISSOLO VERMELHO Alítico nitossólico, textura média/argilosa, A moderado, fase floresta tropical subperenifólia, relevo ondulado.

LOCALIZAÇÃO - Rodovia BR 364, entre Cruzeiro do Sul e Tarauacá, entrada de ramal, a 240km de Cruzeiro do Sul. Município de Tarauacá. Estado do Acre. Coordenadas 08° 07′ 56,25" S e 70° 54′ 18,73" WGr.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Terço médio a superior de encosta convexa com declive variando de 20 a 40%, em corte de estrada lateral, sob cobertura de braquiária.

ALTITUDE - 251m.

LITOLOGIA, UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA E CRONOLOGIA - Sedimentos argilosos da Formação Solimões Inferior. Terciário.

MATERIAL ORIGINÁRIO - Alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE - Não pedregosa.

ROCHOSIDADE - Não rochosa.

RELEVO LOCAL - Ondulado, com 20% de declive no local de coleta do perfil.

RELEVO REGIONAL - Forte ondulado (morros de formato arredondado e com maior elevação e algumas encostas côncavas com maior declive, porém em geral os morros têm topos suavizados).

EROSÃO - Laminar moderada (com sulcos ocasionais e algumas ravinas em encostas de morros próximos, com maior declividade).

DRENAGEM - Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta tropical subperenifólia (Floresta ombrófila aberta com palmeiras - IBGE).

USO ATUAL - Pastagem de braquiária brizantha.

DESCRITO E COLETADO - Virlei Álvaro de Oliveira, Lúcia Helena C. dos Anjos, Nilson Bardales, Marcio Rocha Francelino, Edson Alves de Araújo.

Descrição Morfológica

- Ap 0-6cm; bruno-amarelado-escuro (10YR 3/4, úmida), bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, seca); francoargilosa; moderada pequena granular e moderada pequena blocos angulares e subangulares; muito dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- AB 6-17cm; bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmida); francoargilosa; moderada, pequena e média, blocos angulares e subangulares; muito dura, firme, muito plástica e muito pegajosa; transição plana e gradual.
- BA 17-38cm; vermelho (2,5YR 4/6, úmida); francoargilosa; fraca pequena prismática composta de moderada pequena e média blocos angulares; muito dura, muito firme, muito plástica e muito pegajosa; transição plana e gradual.

- Bt1 38-59cm; vermelho-escuro (2,5YR 3/6, úmida); argila; fraca média prismática composta de moderada a forte, grande e média, blocos angulares; cerosidade comum e moderada; muito dura, muito firme, muito plástica e muito pegajosa; transição plana e difusa.
- Bt2 59-100cm; vermelho-escuro (2,5YR 3/6, úmida); argila; moderada média e grande prismática composta de forte média e grande blocos angulares; cerosidade abundante e moderada; dura, muito firme, muito plástica e muito pegajosa; transição ondulada e gradual (95-105cm).
- Bt3 100-138cm; vermelho (2,5YR 4/6, úmida), com mosqueado comum, pequeno e distinto, vermelho (10R 4/8, úmida), comum, pequeno e proeminente, amarelo claro (2,5Y 8/4, úmida); argila; moderada média e grande prismática composta de forte, média e pequena, blocos angulares; cerosidade abundante e moderada; dura, muito firme, muito plástica e muito pegajosa; transição plana e clara.
- BC 138-150cm+; vermelho (2,5YR 5/6, úmida), com mosqueado comum, pequeno e distinto, vermelho (10R 4/8, úmida), comum, pequeno e proeminente, amarelo claro (2,5Y 8/4, úmida) e amarelo (2,5Y 8/8, úmida); argila; fraca média prismática composta de moderada, média e pequena, blocos angulares; cerosidade comum e moderada a fraca; dura, firme, muito plástica e pegajosa.

Observações

• Horizonte Ap com pequena espessura em consequência da erosão.

1.2 Caracterização analítica e determinações de campo

A caracterização completa de um solo requer um considerável número de determinações analíticas. Existem hoje determinações analíticas, as mais diversas, desde testes rápidos e simples até algumas determinações extremamente sofisticadas e que requerem técnicas e aparatos de última geração.

A maior parte das determinações necessárias à adequada caracterização dos solos é processada em laboratórios especializados e para tanto se faz necessário coletar amostras em campo.

1.2.1 A coleta de amostras

As amostras normalmente são coletadas imediatamente após a descrição morfológica dos perfis (Foto 105). As amostras devem ser acomodadas em recipientes apropriados (sacos plásticos, etc.) e enviadas ao laboratório para serem submetidas às análises, no menor espaço de tempo possível, visando evitar alterações indesejáveis de algumas de suas características. Importante enviar também para o laboratório a relação das amostras coletadas com especificação dos tipos de análises a serem realizadas e a descrição morfológica completa dos perfis de solos.



Foto 105 - Descrição e coleta de amostras de solo em trincheira. Juruena (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Amostras visando as determinações de rotina em levantamentos de solos devem conter cerca de 2kg de solo. No caso de amostras coletadas para fins distintos de levantamento de solos, em que se necessite um número menor de determinações analíticas como em projetos de correção química (adubação e calagem), esta quantidade pode ser menor.

Sempre que houver cascalhos, especificar no item **Observações**, sua natureza (quartzo; seixos rolados; concreções; etc.), tamanho, percentagem, cor, dureza e forma, o mesmo se aplicando para calhaus. Neste caso, deve ser coletado o dobro do volume de amostra a fim de quantificar o conteúdo de frações grosseiras.

Em caso de solos com concentração significativa de concreções, nódulos, ou formações análogas, é aconselhável orientar o laboratório, visando a completa separação das mesmas da terra fina seca no ar (TFSA), evitando-se possível mascaramento de resultados, em razão da composição das mesmas, muitas vezes distintas.

Quando as amostras forem embaladas em sacos plásticos, aconselha-se que estes sejam bem-acomodados ou colocados em sacolas de pano, o que dará maior garantia no transporte da amostra até o laboratório.

Concluída a coleta, deve-se proceder à etiquetagem (item 1.2.1.5), tomando-se precauções para que estas não venham a ser perdidas ou danificadas.

Em caso de amostras coletadas para determinação de micronutrientes. deve-se evitar o uso de ferramentas de ferro, que podem influenciar nos resultados de laboratório por contaminação.

1.2.1.1 Amostras deformadas

Este tipo de amostra pode ser tomado tanto com utilização de instrumentos do tipo trados, quanto em seção de barranco ou trincheira (preferencialmente os últimos).

1.2.1.1.1 Com utilização de trados

Trados são ferramentas que penetram o solo e retiram dele material das camadas superficiais e profundas sem necessidade de abrir grandes perfurações (buracos). São constituídos por uma haste principal de ferro ou de outro material resistente (1/2" ou ¾" de diâmetro) que tem em uma das extremidades dispositivo (luvas ou roscas) que possibilita acoplamento de uma ponteira, denominada "caneco" quando se trata de um cilindro fechado (Foto 106), ou um cilindro aberto lateralmente, denominado "tipo holandês" (Fotos 107 e 108) ou também em formato de broca, todos projetados para a penetração e recolhimento de material do solo.



Foto 106 - Trado do tipo caneco, adaptado para troca de canecos com dimensões diferentes (3" e 5"). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Na extremidade oposta é fixada, perpendicularmente, outra haste de menor tamanho (cerca de 50cm) que possibilita girar o trado ao redor de seu eixo principal.

Não há um tamanho padrão para as dimensões da haste, mas usualmente se emprega 120cm de comprimento total para trados do tipo holandês. É comum e aconselhável seccionar a haste principal em tamanhos menores de forma a facilitar o transporte e acomodação (Foto 109). É aconselhável deixar dispositivos que possibilitem encaixar extensões (pedaços da haste principal seccionados).

Em trabalhos de levantamentos detalhados em que muitas operações de investigação com uso de trado são necessárias, pode-se adaptar os trados a um motor, de forma a se obter um maior rendimento (Foto 110).



Foto 107 - Da esquerda para a direita: trado tipo holandês, trado de caneco de 5", facão, ponteira de trado tipo holandês e martelo de borracha. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 108 - Detalhe de ponteira de trado holandês, com amostra. Foto: Rosângela Garrido Machado Botelho.



Foto 109 - Conjunto de trados de caneco (3" e 5"). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.



Foto 110 - Trado de caneco adaptado para trabalho motorizado. Peixe (TO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



No mercado, estão disponíveis vários tipos de trados, para diversos fins, particularmente visando à amostragem de solo em grande escala e neste caso, são equipamentos mais sofisticados que podem ser acoplados a veículos motorizados com o intuito de agilizar o processo de coleta.

Para fins de mapeamento de solos

Em trabalhos de mapeamento, ou seja, trabalhos que exigem a caracterização completa do solo para fins de classificação, o uso do trado não atende e não deve ser feito. O seu uso é muito necessário em operação de *check* de limites de unidades de mapeamento e confirmação da extensão no terreno de unidades taxonômicas já definidas.

Em situações muito particulares, como por exemplo, para confirmação de alguma característica específica (textura, fertilidade, teor de ferro total, etc.) pode-se empregar

esta ferramenta para coleta, e, então, deve ser dada especial atenção para separação dos horizontes e/ou camadas, uma vez que este tipo de sondagem dificulta uma caracterização mais apurada.

Aconselha-se executar a tradagem, dispondo as amostras em sequência (Foto 111) para facilitar o controle da profundidade e as transições entre horizontes ou camadas. Deve-se tomar o cuidado de eliminar o material das faixas de transição entre horizontes (com exceção de casos com transição textural abrupta) assim como a pequena porção que fica retida na parte superior do trado. Deve-se também procurar explorar toda a extensão vertical do trado e se necessário, usar extensão. Caso isto não seja possível em razão da presença de algum impedimento físico, procurar definir qual o motivo do impedimento. Ex.: lençol freático; camada endurecida; rocha; Oliveira. concreções; etc.



Foto 111 - Disposição do material do solo para procedimento de coleta de amostras após tradagem. Peixe (TO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira

Para subsídio ao manejo químico dos solos em atividades agrícolas

Neste caso, como não há necessidade de caracterização completa dos solos é comum a utilização do trado para as coletas, por ser mais prático e rápido o procedimento.

Neste processo, as amostras da parte subsuperficial são também muito importantes e devem ser coletadas.

As amostras da parte superficial geralmente são tomadas na profundidade entre 0cm e 20cm, enquanto as subsuperficiais são mais comumente coletadas a profundidades entre 50 a 70cm ou, entre 100 a 120cm, mas, dependendo das características dos solos e das espécies a serem cultivadas, particularmente do alcance de seu sistema radicular, pode-se adotar outros intervalos de profundidade.

Além do emprego de trados por processo manual, muito comum em pequenas propriedades (Foto 112), em grandes projetos, onde muitas amostras são coletadas, pode-se empregar trados motorizados (Foto 113) ou *kits* de coleta específicos equipados em veículos motorizados.



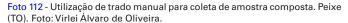




Foto 113 - Uso de trado motorizado para amostragem com fins de correção química (amostra composta). Peixe (TO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Em situações ou trabalhos específicos em que não seja necessária a coleta de amostras da parte subsuperficial, pode-se utilizar uma pá ou outro instrumento como escavadeira, enxada ou enxadão.

As amostras para este fim são denominadas **amostras compostas** e são produzidas pela mistura de várias outras amostras de uma determinada "unidade de amostragem" (gleba, talhão, etc.), que são áreas relativamente homogêneas, previamente escolhidas e delimitadas e que receberão tratamento e manejo específico.

Aconselha-se delimitar as "unidades de amostragem", preferencialmente sobre o mapa de solos da área, quando existente, considerando as unidades de mapeamento, pois assim será facilitado o trabalho de seleção de áreas uniformes.

Quando não se dispõe de mapa de solos em escala de detalhe compatível com a atividade a ser desenvolvida, deve-se procurar dividir a área de interesse baseando-se em uniformidade da vegetação, topografia, cor e textura do solo, bem como no histórico de uso. Áreas pequenas, diferentes da circunvizinhança, não deverão ser amostradas juntas.

Procedimentos para coleta das amostras compostas em cada unidade de amostragem:

Cada uma deverá ser percorrida em zigue-zague, em toda a sua extensão, retirandose com uso de trado, aleatoriamente, amostras simples em números que variam de 4 a 25 pontos diferentes (proporcionais ao tamanho das unidades de amostragem), que deverão ser colocadas juntas, em um recipiente limpo; e

As amostras individuais de uma mesma área deverão ter o mesmo volume e serem muito bem misturadas dentro do balde, retirando-se uma alíquota de mais ou menos 300g para ser enviada ao laboratório.



Observações:

- este procedimento deve ser realizado para cada uma das profundidades da amostragem realizada; e
- não coletar amostras de locais próximos a residências, galpões, estradas, formigueiros, depósito de adubos, etc., ou quando o terreno estiver encharcado.

Para fins de agricultura de precisão

Na agricultura de precisão, as amostras coletadas não são do tipo **compostas**. Como o objetivo é fazer as correções químicas da forma mais precisa possível, procedese amostragem de toda a superfície do terreno objeto de interesse para o plantio, a intervalos regulares. Geralmente são estabelecidas grades de amostragem, que é executada com equipamentos específicos, em processo praticamente todo automatizado.

O mercado disponibiliza vários *kits* para coleta de amostras com este fim. São equipamentos dotados de trados ou perfuradores do terreno, que coletam amostras nas profundidades previamente programadas, controladas por sistemas computacionais e uso de GPS, que têm como objetivos principais a agilização do processo de coleta e a precisão na localização de cada ponto coletado, com o objetivo de promover também a correção química com grande precisão (pontualmente).

1.2.1.1.2 Em barrancos de estradas, similares ou trincheiras para fins de mapeamento

A coleta de amostras do perfil de solo, na seção de exame para fins de mapeamento, deve contemplar todos os horizontes ou camadas, presentes dentro da seção de controle de cada classe, inclusive os horizontes C, e deve ser feita iniciando-se pela parte inferior do perfil, ou seja, de baixo para cima, pois assim o material do solo que se desprende por ocasião da retirada da amostra afetará apenas horizontes ou camadas já amostrados, sem perigo de contaminação.

Empregam-se instrumentos cortantes ou perfurantes (faca ou martelo) para deslocar ou destacar a amostra de cada horizonte ou camada, aparando o material destacado em uma superfície de recolhimento (Foto 114), posicionada em sua porção ou limite inferior (base), sendo que costumeiramente empregase uma pá para esta tarefa. Busca-se tomar as amostras de vários pontos (subamostras) dentro dos horizontes ou camadas separados e, ao final, misturase as subamostras para homogeneizá-la, fazendo-a bem representativa.



Foto 114 - Detalhe de coleta de amostra deformada em barranco de estrada. Santa Maria da Boa Vista (PE). Foto: Sergio Hideiti Shimizu



Em barrancos de estradas ou similares

O aproveitamento de barrancos (cortes) de estrada ou outras cavidades que exponham o perfil do solo é um expediente muito utilizado em trabalhos de mapeamento (Foto 115).

Na escolha do local, a preocupação principal deve ser verificar a integridade da seção a ser objeto de exame e coleta. Comumente se faz a limpeza desta seção, por meio de aprofundamento da mesma a pelo menos 20cm para dentro, em relação à parte externa (Foto 116).



Foto 115 - Preparação de barranco de estrada para exame e coleta de perfil de solo. Santa Maria da Boa Vista (PE). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 116 - Barranco de estrada preparado para exame e coleta do solo em corte de estrada. Barra do Bugres (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

1.2.1.1.3 Em trincheiras

Quando da inexistência de cortes ou outras cavidades que possibilitem o exame e coleta do perfil do solo na área de interesse, necessário se faz a abertura de trincheiras com esta finalidade (Foto 117).

Trincheira é a denominação dada no meio pedológico a uma cavidade ou buraco comumente em formato paralelepipédico, aberto no solo para possibilitar o seu exame e caracterização.

Algumas das dificuldades que se tem ao abrir uma trincheira é estabelecer a altura adequada das paredes a serem objeto de exame e criar um dispositivo para possibilitar a entrada e saída de pessoas de seu interior.



Foto 117 - Trincheira aberta para exame e coleta. Parque do Jalapão (TO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



As trincheiras devem ter dimensões tais que possibilitem o trabalho em seu interior (exame de todo o perfil e coleta de amostras) com relativo conforto. Em caso de solos de pequena espessura (< 200cm), preferencialmente a profundidade deve alcançar o material originário ou algum impedimento físico presente.

Recomenda-se que a altura da parede de exame deve estar de acordo com a do examinador, possibilitando que o mesmo, de pé dentro da trincheira, consiga examinar o perfil em toda a sua extensão vertical. Comumente se utiliza profundidade entre 160 e 200cm, entretanto, no caso de examinadores de baixa estatura, pode-se abrir num primeiro momento com uma pequena profundidade equivalente à altura do examinador e, caso haja necessidade, proceder a aprofundamentos na base da trincheira, para alcançar a seção de controle estabelecida para cada classe de solo. Este fato é importante, pois trincheiras muito profundas (com profundidade muito maior que a altura do examinador) trazem grande desconforto e dificultam o trabalho nas camadas mais superficiais do solo.

Deve-se tomar precaução, também, para obter pelo menos uma face vertical que seja bem iluminada, a fim de exibir claramente o perfil. Muitas vezes a incidência da luz solar na seção de exame, vertical (horários de meio do dia) ou frontalmente, ou quando sob Mata, provoca reflexos ou pontos de sombra, que são prejudiciais tanto ao exame quanto à tomada de fotografias e devem ser evitados. É preferível, muitas vezes, que não haja incidência de luz solar diretamente.

A superfície do terreno na face escolhida para o exame e a tomada de fotografias, não deve ser alterada ou coberta por terra solta.

Em caso de se abrir uma série de trincheiras para descrição em um momento posterior (muito comum em levantamentos detalhados), fica difícil estabelecer a posição mais adequada de posicionamento da mesma em relação ao sol, para que exiba pelo menos uma seção com boa iluminação. Aconselha-se abrir todas com o maior comprimento no sentido perpendicular à trajetória do sol, em que a probabilidade é grande de se ter sempre uma face totalmente iluminada ou totalmente sombreada, mas com luminosidade satisfatória.

O processo de abertura das trincheiras pode ser manual ou mecanizado. No manual (Foto 118) se faz necessário a disponibilidade de mão de obra braçal, o que em muitos locais é difícil, principalmente em regiões longínquas e pouco habitadas. Há também o inconveniente de ser um processo mais demorado que o processo mecanizado, o que faz grande diferença quando são necessárias muitas trincheiras.



Foto 118 - Abertura manual de trincheira. Maracaibo (Venezuela). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira

O processo de abertura mecanizada requer o emprego de máquinas de grande porte, geralmente do tipo retroescavadeiras (Fotos 119 e 120), e o seu emprego deve levar em consideração o custo de operação da máquina e do operador.



Foto 119 - Início de abertura motomecanizada de trincheira. Peixe (TO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 120 - Construção de rampa de acesso com abertura mecanizada. Peixe (TO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Os trabalhos associados ao emprego de abertura mecanizada requerem, obviamente, uma tarefa adicional de complementação, para acerto da(s) parede(s) da trincheira para os trabalhos de descrição e coleta (Foto 121).

Para grandes projetos de levantamentos de solos, em que o número de trincheiras a ser aberto é muito elevado e os prazos para execução dos serviços são "apertados", geralmente a relação custo/benefício torna favorável a abertura mecanizada, considerando-se além dos ganhos em tempo, a uniformidade de procedimentos nos trabalhos de campo e a diminuição considerável na contratação de mão de obra e problemas inerentes.

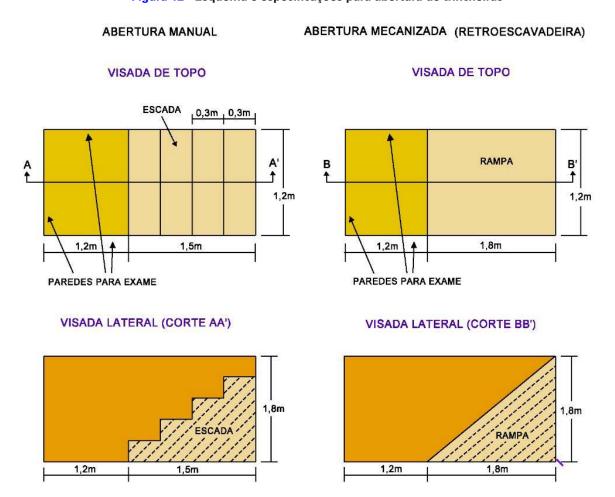


Foto 121 - Preparo da parede de trincheira aberta com retroescavadeira. Catumbela (Angola). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



A Figura 12 mostra algumas especificações gerais sugeridas para a abertura de trincheiras, tanto pelo processo de abertura manual quanto pelo mecanizado.

Figura 12 - Esquema e especificações para abertura de trincheiras



Obs: Posicionar o maior comprimento no sentido norte-sul

Ilustração: Sergio Hideiti Shimizui

IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais

No caso de abertura manual, recomenda-se que sejam construídos alguns degraus (tipo escada), alertando-se que em função do tipo de solo, ou melhor, de sua textura e consistência, as dimensões sugeridas podem ou devem ser alteradas e adequadas.

No caso de uso de máquinas (retroescavadeiras), a construção de rampas é mais fácil e rápida, entretanto é necessário um maior espaço para o seu comprimento (Foto 122).







Foto 122 - Trincheiras abertas mostrando escada e rampa de acesso e as paredes para exame e coleta. Peixe (TO). Fotos: Virlei Álvaro de Oliveira

1.2.1.1.4 Em solos com elevados teores de matéria orgânica

Em função do seu ambiente de ocorrência, em geral com muita umidade (Foto 123), a preservação de vários atributos do solo requer a manutenção das condições de campo. As alterações mais marcantes ocorrem no pH, no teor dos elementos solúveis em água, na condutividade elétrica, na presença de sulfetos e sulfatos e no teor de N total. Assim, deve-se dispensar atenção especial ao condicionamento das amostras e, estas, devem ser tratadas de forma diferenciada no laboratório, antes da secagem.



Foto 123 - Tradagem em área de ORGANOSSOLO. Brasília (DF). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Em especial, nos Organossolos Tiomórficos e Gleissolos Tiomórficos, medidas de pH no campo e no material ainda úmido no laboratório são essenciais para a classificação.

A tomada de amostras deve ser cuidadosa, principalmente em horizontes ou camadas com materiais não alterados (restos de galhos, troncos, raízes mortas, etc.), onde a distribuição do material de solo é irregular e descontínua.



Nas amostras indeformadas e nas medições físico-hídricas é grande a variabilidade, vertical e horizontal do material orgânico, o que requer maior número de amostras para representar atributos do solo avaliados em sua forma natural, como a densidade, a porosidade, a condutividade hidráulica, etc.

Observação: Em razão da dificuldade de descrever e amostrar estes solos quando está presente o lençol freático, alguns pesquisadores costumam fazer adaptações ou criar equipamentos próprios que facilitem esta operação, tais como tubos de PVC com vários diâmetros, dotados de dispositivos que controlam a coleta (válvulas, etc.). Em algumas situações, é necessário drenar o interior da trincheira simultaneamente ao desenvolvimento dos trabalhos de descrição e coleta.

1.2.1.2 Amostras indeformadas

A coleta de amostras indeformadas é necessária para determinação de algumas características em laboratório, que necessitam ser determinadas em material de solo que mantenha o seu arranjamento estrutural natural, ou o mais próximo possível desta condição. Dentre elas, destaca-se a relação peso/volume (densidade aparente ou do solo), a condutividade hidráulica e as constantes hídricas, que são de suma importância em projetos de irrigação. Também a caracterização micromorfológica (item 1.1.8.6) requer amostras indeformadas, ou as menos deformadas possíveis.

Várias são as formas ou meios para a sua obtenção. Deve necessariamente ser realizado na seção de exame do perfil, pois exige cuidados e procedimentos especiais. Necessita barrancos preparados ou trincheiras abertas para este fim.

1.2.1.2.1 Na forma de torrão

- A forma mais simples de coleta de amostra indeformada é a coleta de torrões naturais (Foto 124), que servem para algumas determinações, como densidade aparente ou global e para elaboração ou montagem de lâminas delgadas. Entretanto, nem todos os solos apresentam torrões, pelo menos nas condições adequadas ou desejáveis para este fim. Horizontes de solos argilosos, com predomínio de argilas silicatadas, com grau de umidade tendendo para



Foto 124 - Extração de um torrão para determinação da densidade aparente em laboratório. Catumbela (Angola). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira

seco, são mais propensos. Há, no entanto, que se ter cuidados para não quebrá-los, amassá-los ou deformá-los quando de seu manuseio, acomodação e transporte e, na escolha do torrão, para distinguir devidamente os naturais de outros produzidos pelo uso (maquinário), quando em áreas exploradas.



Os torrões podem ser de vários tamanhos, mas obviamente grandes o suficiente para possibilitar o manuseio e o tratamento necessários, e pequenos o suficiente para facilitar acomodação e transporte com segurança. Devem ser acondicionados em recipientes apropriados, junto com um pouco de amostra do mesmo horizonte.



1.2.1.2.2 Com uso de anéis volumétricos - Geralmente são empregados anéis específicos (anéis de kopecky), de volume conhecido (50cm³, 100cm³, 200cm³, ou maiores), de modo a obter amostras com o mínimo de deformação da estrutura (Foto 125).

Foto 125 - Kit de equipamentos e ferramentas utilizadas para coleta de amostras com uso de anel de kopecky. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

O tamanho dos anéis é escolhido em função do tipo de determinação necessária (densidade aparente, condutividade hidráulica, curvas de retenção, etc.) e do aparelho ou da forma como irão ser processadas as amostras (centrífuga, panelas de pressão, etc.). Por tal razão, devese solicitar ao laboratório que as processará, orientações sobre o tamanho ideal dos anéis nos diferentes casos ou situações.

Os anéis devem ser introduzidos na massa do solo com uso de força (Foto 126), empregandose batedores apropriados e em seguida retirados com cuidado, atentando-se para manter a integridade da amostra.



Foto 126 - Inserção de anel no horizonte superficial do solo com uso de batedor. Barinas (Venezuela). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Estão disponíveis no mercado vários tipos de batedores, alguns mais simples (Foto 127) que devem ser usados em seções abertas, como paredes de trincheiras ou de barrancos e, outros que foram projetados para a retirada das amostras em profundidade sem abertura de trincheiras, também conhecidos como "trados" para amostras indeformadas (Foto 128). Neste último caso, devem ser empregados para amostragem em local cujo solo já esteja caracterizado.

Costumeiramente empregam-se algumas ferramentas para auxiliar nesta tarefa, tais como espátulas e lâminas de corte afiado para "aparar" as extremidades de eventuais raízes presentes.



Foto 127 - Conjunto batedor, anel e espátula para amostra indeformada. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 128 - Trado para coleta de amostra indeformada. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Os anéis devem ser inseridos no solo preferencialmente na posição vertical, principalmente quando se pretende determinar características como condutividade hidráulica ou características de retenção hídrica, e nos demais casos podem ser aplicados horizontalmente.

Depois de inseridos, procede-se a sua retirada removendo-se a terra em suas laterais com uso de uma faca, e inserindo-se em seguida a espátula em sua parte inferior, para dar sustentação à amostra quando de seu deslocamento (Fotos 127 e 129). Com o conjunto deslocado, acerta-se a amostra na porção superior do anel, aparando-se eventuais raízes presentes e colocando-se a tampa em seguida. Num próximo momento o conjunto é girado, passando a porção protegida pela espátula para o lado de cima (Foto 130) e repetindo-se as operações de acerto, limpeza e colocação de tampa, para em seguida finalizar o processo, com a identificação correta e a proteção final de todo o conjunto (anel devidamente tampado e etiquetado), o que se faz geralmente com uso de fitas adesivas.

Deve-se coletar amostras em todos os horizontes ou camadas de interesse, sendo aconselhável que, para cada horizonte ou camada, sejam coletadas três repetições ou réplicas, que devem ser acondicionadas em recipientes apropriados, isolando-as do ar com fita adesiva ou similar. Registrar em etiqueta o número do perfil e a profundidade de coleta.



Foto 129 - Detalhe da retirada do anel. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 130 - Detalhe da preparação da amostra no anel. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Em solos com presença elevada de cascalhos, pedras, concreções, ou solos muito arenosos, não é possível proceder este tipo de amostragem. Nestes casos, as determinações de densidade podem ser feitas com coleta de torrões (se existentes), ou por outros meios, como o uso de provetas para solos muito arenosos (item 1.2.2.2.4).

Observação: quando as amostras coletadas com uso de anéis, se destinam exclusivamente as determinações para cálculo da densidade aparente (global), não há necessidade de enviar as amostras dentro dos anéis ao laboratório, bastando enviar somente a amostra, após retirá-la do anel. Portanto, após os procedimentos de coleta, acertos e limpeza, o material do solo pode ser retirado dos anéis e embalado separadamente em saco plástico ou outro recipiente adequado, para posterior envio ao laboratório, juntamente com a informação sobre o volume do anel usado.

1.2.1.2.3 Para determinações micromorfológicas

Distinguem-se das amostras coletadas com a utilização de anéis (descrição acima), basicamente pelo fato de que não devem sofrer qualquer tipo de pressão ao serem extraídas, como acontece quando se introduzem os anéis volumétricos, por serem utilizadas para determinação do arranjo estrutural, porosidade e feições pedológicas do solo.

Mais precisamente, as amostras são esculpidas na "parede" do perfil para adquirir o mesmo formato e dimensões do recipiente que irá acondicioná-las, de tal forma que estes possam ser encaixados na escultura e retirados em seguida com a amostra em seu interior para acabamento da parte não esculpida.

Os seguintes procedimentos são necessários:

- a) esculpir a amostra na seção do perfil com uma faca afiada (Foto 131), sendo que as raízes devem ser cortadas com tesoura;
- b) encaixar o recipiente na amostra esculpida na parede do perfil (Foto 134) identificando no recipiente as porções superior e inferior da amostra;
- c) destacar o conjunto recipiente + amostra (Foto 132); e
- d) desbastar o excesso e fechar.

Se o recipiente não tiver uma tampa, sugere-se ser fechado com plástico filme PVC (Foto 133). Se a amostra estiver muito seca, umedecê-la cuidadosamente antes de fechá-la, para que não rache durante o transporte. A identificação da amostra deve ser feita no próprio recipiente, com tinta não solúvel em água, anotando todos os dados relevantes, como número do perfil, horizonte e profundidade. Envolver o recipiente com fita adesiva, transportando-o em embalagem acolchoada.

A quantidade de amostras (inclusive de réplicas), sua localização no perfil, a posição (horizontal, vertical, inclinada) e o tamanho dependerão de fatores como heterogeneidade do solo e objetivo do trabalho. Para diagnóstico de processos pedogenéticos, coleta-se de todos os horizontes ou dos horizontes de interesse e suas transições. Para avaliar efeitos das práticas de cultivo, coleta-se dos horizontes submetidos aos tratos culturais. Orientações sobre o número e tamanho de amostras de acordo com seus objetivos podem ser encontradas em Castro e outros (2003).



Foto 132 - Amostra acomodada em caixa de cartolina, após ser destacada do perfil. Foto: Paula Suélen Corrêa de Medeiros.

Foto 131 - Atividade de esculturamento da amostra no formato paralelepipédico pela Professora Drª Selma Simões de Castro. Luis Alves (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 133 - Acondicionamento da amostra com plástico filme PVC pela Professora Drª Selma Simões de Castro. Luis Alves (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



O recipiente usado para a coleta das amostras pode ser caixa metálica com fundo removível (caixa de Kubiëna), conforme método proposto por Kubiëna (1938), caixa de papelão/cartolina ou saboneteira plástica (Foto 134), entre outras. As caixas de Kubiëna são em forma de paralelepípedo, metálicas (alumínio, aço inoxidável ou latão) e compostas de duas tampas destacáveis e estrutura de quatro lados, podendo ser abertas em um deles para facilitar a retirada da amostra. Comumente têm as dimensões 11 x 6 x 3,5cm.



Foto 134 - Detalhe da coleta de amostra com uso de saboneteira pelo Professor Dr. Carlos Ernesto G. R. Schaefer. Rorainópolis (RR). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

O uso de caixas de papelão/cartolina tem a vantagem de não precisarem ser removidas na hora de impregnação, preservando a amostra. As saboneteiras, assim como as caixas de papelão/cartolina têm menor custo em relação às caixas metálicas.

Alguns materiais de solo podem ser amostrados sem a utilização das caixas, na forma de torrão, quando apresentam consistência adequada para se manterem firmes após coletados, possibilitando a extração e confecção das lâminas necessárias em laboratório. Esses materiais devem ser envolvidos em plástico filme PVC, devidamente identificados e cuidadosamente acomodados e transportados.



1.2.1.3 Amostras de rochas

Sempre que julgado necessário e possível proceder à amostragem de rochas representativas e importantes (Foto 135) como fonte de material originário dos solos, visando à sua caracterização ou estudos complementares. Os exemplares coletados deverão

ter dimensão de aproximadamente 10 x 10 x 10cm ou 10 x 10 x 5cm. A rocha deve ser a menos alterada possível. Cada exemplar coletado deverá ser devidamente identificado.

Recomenda-se registrar os seguintes dados, quando da coleta de rochas: projeto, coordenadas do local de coleta e tipo de solo ocorrente nas proximidades.



Especificar se o material coletado Foto 135 - Detalhe de amostra de rocha coletada. Moreno (PE). é dominante no embasamento, Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

se é o possível material de ori-

gem do perfil coletado, se é coletado em afloramento nas proximidades ou na base do perfil. Mencionar a situação local onde foi coletado (margem de rio, "pé" de serra, etc.).

Para maiores esclarecimentos a respeito das amostras de rochas coletadas, sugere-se consultar um profissional da área de geologia que poderá fornecer informações mais pormenorizadas sobre sua classificação e composição, bem como informar sobre locais ou laboratórios especializados para sua completa caracterização em caso de necessidade.

1.2.1.4 Para análise da qualidade da água para irrigação

Como em qualquer análise laboratorial, a coleta adequada das amostras é de fundamental importância para garantir representatividade, consequentemente resultados confiáveis. E importante salientar que, devido às constantes alterações ambientais, não existem amostras iquais, portanto, o planejamento da coleta deve ser criterioso para fornecer quantidade de amostras suficientes para a realização de todos os testes requeridos.

1.2.1.4.1 Plano de amostragem - inclui as seguintes etapas:

- Quantificação e localização dos pontos de amostragem;
- Recursos humanos e materiais necessários:
- Definição das variáveis, número e tipos de amostras a serem coletadas;
- Método de coleta a ser utilizado;
- Procedimentos para acondicionamento, preservação e transporte das amostras;
- Análises a serem realizadas em campo.



1.2.1.4.2 Equipamentos necessários: existem no Brasil vários laboratórios especializados em análises de água para os diversos fins. Recomenda-se antes de iniciar os trabalhos de coleta consultar algum deles sobre os equipamentos e procedimentos de armazenamento e transporte inerentes aos vários tipos de determinação necessários. É comum estes laboratórios fornecerem um pequeno roteiro para as coletas e os recipientes adequados (*kits* de coleta).

1.2.1.4.3 Formas de coleta

- Para pequenas profundidades do corpo hídrico, é possível fazer a coleta diretamente no frasco, ou em um recipiente específico, para posterior transferência;
- Para grandes profundidades do corpo hídrico utilizam-se amostradores específicos.

1.2.1.4.4 A frequência e a posição de amostragem

Frequência - depende de vários fatores, tais como: objetivo da análise; custo; homogeneidade da fonte de água; precisão desejada; e variação temporal das características de qualidade da água.

Para contemplar a variação temporal das características de qualidade da água, recomendase pelo menos duas amostragens, uma no período seco e outra na época das chuvas. Se a fonte receber despejos de dejetos ou similares, da indústria química ou agroindústria, a água deve ser coletada e monitorada regularmente, de preferência, mensalmente.

Posição da amostragem, de acordo com o tipo de fonte hídrica:

- Águas de Poço antes da coleta deve haver bombeamento suficiente para assegurar que a coleta seja representativa da água subterrânea amostrada. A amostragem deve ser feita após 10 a 15 minutos de funcionamento da bomba;
- Águas de barragens pequenas nestes casos, a água é praticamente homogênea, a amostragem da água pode ser realizada em um ponto central ou na saída do reservatório;
- Águas de barragens grandes nestes casos ,podem ocorrer variações tanto laterais quanto em profundidade. Recomenda-se a amostragem no local mais próximo da tomada d'água ou na saída da bomba; e
- Águas de rios e córregos deve ser coletada onde há movimento. Neste caso, além de realizar a amostragem, deve-se caracterizar o fluxo de água no momento da coleta.

1.2.1.5 Identificação das amostras de solos

A identificação das amostras deve ser feita preferencialmente com utilização de etiquetas, que deverão conter basicamente:

Designação do projeto - (sigla). Exemplo: PGC - Projeto Grande Carajás;

Identificação do(s) coletor(es) - após a designação do projeto (usar as iniciais por limitação de espaço). Exemplo: AS - Antônio Santos;

Número do Perfil, da Amostra Extra ou da Amostra para Fertilidade - deve ser sequencial (1 a n) por projeto e por tipo de amostragem;

Classificação: poderá ser expressa de forma abreviada, contendo apenas a denominação do solo (sigla), seguida de sua textura. A ratificação ou retificação da classificação dependerá da interpretação das determinações analíticas;

Horizonte/Camada: deve constar o símbolo do horizonte ou da camada, seguido da profundidade (cm) em que foi efetuada a amostragem; e

Data: informar a data da coleta do perfil de solo.

Figura 13 - Exemplo de preenchimento de etiqueta

Projeto - PGC/AS

Perfil - 01

Classificação - NVef, textura argilosa

Horizonte – Bt2 (80 – 120cm)

Data – 29/05/2015

IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais

1.2.2 Principais determinações e métodos de análises utilizados em levantamentos de solos no Brasil

No Brasil já está disponível uma ampla rede de bons laboratórios que executam análises para fins de caracterização pedológica (Foto 136). Nesta obra, a preocupação é salientar alguns aspectos da metodologia oficial empregada para levantamento de solos, visando contribuir para a uniformização dos trabalhos executados e adicionar algumas informações úteis para orientação aos usuários.

Como já mencionado, a caracterização completa de um solo requer um grande número de determinações laboratoriais. Nesta oportunidade, o propósito é fornecer algumas informações sobre as determinações ordinariamente utilizadas em levantamentos de solos no Brasil, visando orientar o usuário sobre a importância e o significado de cada uma, e com isto auxiliar a escolha ou definição dos tipos de determinações de acordo com o tipo de demanda. Os procedimentos e métodos propriamente ditos podem ser encontrados, de forma detalhada, nas publicações *Manual de métodos de análise do solo* (DONAGEMA et al., 2011) e *Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas* (CAMARGO et al., 2009).



Foto 136 - Interior de laboratório de análises de solos. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



De acordo com os objetivos do estudo de solos, algumas determinações analíticas tornam-se dispensáveis. Assim, caberá ao(s) executor(es) dos levantamentos a especificação aos laboratórios de particularidades inerentes às análises.

1.2.2.1 Processamento das amostras

As amostras de solos para fins de mapeamento, após darem entrada nos laboratórios, são submetidas ao tratamento de secagem ao ar, sem exceção. A secagem pode ser feita diretamente ao ar ou em estufa de circulação forçada, com no máximo 40°C de temperatura.

Este processo deve ser feito o mais rápido possível e visa dar um mínimo de homogeneidade às amostras no tocante ao teor de umidade e minimizar o efeito de transformações que podem ocorrer no solo, afetando os resultados de algumas determinações.

As determinações mais sensíveis à condição de armazenagem inadequada das amostras são pH, N e S, todas afetadas por condição de mineralização da matéria orgânica que é favorecida em condição de amostras úmidas e de alta temperatura ambiente. Variações de até uma unidade de pH já foram observadas em amostras guardadas úmidas.

O armazenamento de amostras por períodos longos pode causar alterações principalmente no pH, P disponível, micronutrientes e dinâmica da água (devido à alteração nos colóides e na microestrutura da amostra).

Após secagem, a amostra é peneirada (peneira com furos de 2mm de diâmetro) e obtém-se a terra fina seca no ar (TFSA), na qual se procedem todas as determinações analíticas.

Com exceção dos resultados de calhaus e cascalhos; terra fina; densidade aparente; porosidade; condutividade elétrica; mineralogia de calhaus, cascalhos, areias e argila; equivalente de CaCO_{3,} carbono orgânico de horizontes de constituição orgânica e ocasionalmente pH (solos tiomórficos); todas as demais determinações têm seus resultados expressos em relação à terra fina seca em estufa (TFSE) a 105°C. Para isto é determinado por secagem, o fator "f" de conversão dos resultados de terra fina seca no ar (TFSA), através da expressão:

Fator f = a/b: onde a = peso da amostra seca ao ar e <math>b = peso da amostra seca em estufa.

Observação: material orgânico não deve ser seco, pois pode adquirir características hidrofóbicas (não reidratar).

1.2.2.2 Determinações físicas

A primeira tarefa é separar a terra fina da fração grossa (> 2mm), tarefa também conhecida como determinação da composição granulométrica ou granulometria.

Procedimentos: É feita após secagem da amostra total, destorroamento com rolo de madeira e tamisação em peneira de furos circulares de 2mm;

A percentagem por volume é obtida por medição volumétrica (imersão) das frações maiores e menores que 2mm e a percentagem por peso por determinação gravimétrica.

Cálculos: Com o peso da amostra original, do cascalho e dos calhaus, utilizam-se as seguintes expressões:

Terra fina $(g/kg) = 1.000 \times (b + c)/a$

Cascalho $(g/kg) = 1.000 \times b/a$

Calhaus $(g/kg) = 1.000 \times c/a$

a = peso total da amostra; b = peso do cascalho; e c = peso dos calhaus

Importância: É importante para se conhecer a relação frações grosseiras / terra fina que é parâmetro distintivo de solos em primeiro nível categórico (Plintossolos Pétricos e Tipos de Terreno), além de complementar a caracterização de solos com presença de cascalhos e com fases de pedregosidade.

Observação: Uma proposta alternativa para estas determinações é sugerida por Oliveira (1982).

1.2.2.2.1 Composição da terra fina

Princípio: Baseado na velocidade de queda das partículas, em suspensão solo-água (lei de Stokes), após adição de dispersantes (Foto 137). A fração mais fina (coloidal) permanece por mais tempo em suspensão e sua concentração é medida em solução, enquanto as frações mais grosseiras são separadas por peneiramento, sendo a fração silte calculada por diferença.



Foto 137 - Bancadas com provetas em setor de análise textural de laboratório de solos. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Importância: A composição granulométrica de um solo expressa a participação percentual das várias partículas constituintes do mesmo (areias, silte e argila) e é de suma importância, visto que, entre outras, fornece informações sobre gênese, natureza química, descontinuidade litológica, questões de manejo e de conservação do solo. É determinação imprescindível para todos os tipos de levantamentos de solos.

Observações: apesar de aparentemente simples, é ainda determinação problemática na área de pedologia. São ainda comuns e significativas as diferenças entre os resultados de vários laboratórios, fato que reforça a necessidade de se ter um grande controle de campo por parte dos executores de levantamentos (ver item 1.1.6.4.1).



A determinação da textura em laboratório compreende basicamente duas atividades, que são:

- 1 a desagregação ou dispersão das partículas; e
- 2 a quantificação dos constituintes

A primeira atividade compreende a ação conjunta de métodos mecânicos (agitação) e dispersantes químicos. Na parte mecânica do processo, não há muita diferença entre os laboratórios que trabalham com amostras para fins de classificação, que invariavelmente empregam agitadores (horizontais ou verticais), com agitação lenta por tempo prolongado. Mais recentemente, tem sido uma prática comum o emprego de partículas relativamente grandes e pesadas (esferas de aço ou grãos de areia) colocadas junto à terra fina seca no ar (TFSA), no processo de agitação, visando promover maior dispersão.

Para solos eletropositivos de mais difícil dispersão, estudos têm sido conduzidos utilizando técnicas como: dispersão ultrasônica e uso de agitador com movimento helicoidal (VITORINO et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2002). Tanto nestes casos, como com o emprego de partículas grandes e pesadas no processo de agitação, os maiores teores de argila obtidos em relação aos demais procedimentos têm sido interpretados como sendo maior eficiência, o que não é consenso entre profissionais da área.

Com relação aos tratamentos ou componentes químicos empregados para dispersão no processo, são recomendados e utilizados:

- a) para solos com pH inferior a 6,0 e livres de sais solúveis, o hidróxido de sódio como dispersante; e
- b) para solos ricos em cálcio e magnésio, o hexametafosfato de sódio tamponado com carbonato de sódio (calgon).

Muitos laboratórios utilizam, em todos os casos, uma associação do hexametafosfato de sódio tamponado com carbonato de sódio (calgon) junto com o hidróxido de sódio, devido à inexistência de informações acerca da natureza de todas as amostras que processa.

Segundo o *Boletim Técnico*, número 106, do Instituto Agronômico de Campinas (CAMARGO et al., 2009), há necessidade de pré-tratamentos da amostra quando:

- for constatada a presença de material orgânico não completamente decomposto;
- houver indícios de altos teores de matéria orgânica (origem, cor, textura da amostra);
- se tratarem de solos húmicos;
- material de solo é maciço e muito consolidado, indicando presença de sódio;
- características que indiquem presença de sais solúveis; e
- características que indiquem presença de bases trocáveis em grande quantidade (solos calcários e solos salinos).

Observação: No caso de elevados teores de matéria orgânica, deve-se tratar com água oxigenada; solos calcários neutralizar com ácido clorídrico e solos salinos proceder lavagem de sais com uso de álcool etílico (60%).



A segunda atividade do processo (2) que é a quantificação dos constituintes depois de separados ou dispersos, é menos problemática.

Quantificação da fração argila

Existem basicamente dois métodos, o do densímetro, que mede a densidade do líquido e através dela chega ao peso da argila presente, e o método da pipeta em que se determina a quantidade (peso) de material sólido (argila) em suspensão. Ambos medem por princípios diferentes a concentração de argila na suspensão solo-líquido, após dispersão com agentes químicos, agitação e determinado tempo para decantação.

A diferença é que o uso do densímetro é de mais fácil execução, o que é importante no caso do processamento de grande quantidade de amostras, mas tem apresentado maior variabilidade e certa imprecisão nos resultados.

Por outro lado, o método da pipeta, embora mais trabalhoso, tem se mostrado mais eficaz, particularmente no caso de solos arenosos, sendo preferido e mais indicado para trabalhos que necessitem resultados mais precisos.

Quantificação das frações areia

Estas frações, por serem as de maior tamanho, são determinadas por pesagem após ficarem retidas em peneiras com diâmetro de furos equivalente ao seu menor tamanho, ou seja, malhas de 0,2mm para areia grossa e de 0,053mm para areia fina.

Quantificação da fração silte

Esta fração é quantificada indiretamente por diferença entre o somatório de argila + areias e 1.000g/kg, de acordo com a fórmula:

Silte = 1.000g/kg - argila total em g/kg + areia total em g/kg

Observação: O silte pode ser também determinado diretamente na solução do solo pelo método da pipeta, com base na lei de Stokes, sendo que a determinação deve ser realizada na suspensão usada para a determinação da argila com a diferença que para o silte a determinação é feita na suspensão a 10cm do bordo da proveta (contém argila + silte) e para a argila a 5cm (contém argila). Obtém-se então o silte por diferença (CAMARGO et al., 2009).

Argila dispersa em água (argila natural)

Princípio: Indiretamente está condicionada pela natureza elétrica da amostra, que determina a presença de material mais disperso ou mais agregado. A sua determinação também é baseada na lei de Stokes. Difere da determinação da argila total por não empregar dispersantes químicos para promover a dispersão.

Importância: É parâmetro usado na distinção de horizonte B latossólico e solos intergrades para Latossolos (caráter latossólico).

Observação: O resultado desta determinação é usado juntamente com o teor de argila total para cálculo do grau de floculação.



A maior quantidade de argila dispersa (baixo grau de floculação) é normalmente verificada em horizontes A e em material com quantidade razoável de cargas elétricas (CTC mediana a alta). Nos Latossolos maiores teores são comuns nas camadas mais superficiais (baixo grau de floculação) e os menores teores nas camadas inferiores (alto grau de floculação), principalmente nos solos neutros ou eletropositivos, que tendem a não ter argila dispersa.

1.2.2.2.2 Grau de floculação

Princípio: O material sólido em suspensão confere densidade ao líquido. A ausência de material sólido, em suspensão sem adição de dispersante químico, depois de decorrido o tempo para decantação, indica que a argila estará 100% floculada.

Importância: Assim como a argila dispersa em água, o grau de floculação é parâmetro usado para distinção de Latossolos e solos intermediários. É de certa forma indicativo do estágio de intemperismo dos solos, visto que os solos com maior grau de floculação têm baixos teores de silte e argilas de baixa atividade.

O resultado desta determinação é usado juntamente com o teor de argila total para cálculo do grau de floculação.

Cálculo: É calculado pela expressão: 1000 x (argila total - argila natural)/argila total

Observações:

O fator multiplicador 1000 da expressão acima tem o intuito de expressar o resultado em g/kg.

Materiais com altos teores de matéria orgânica, altos valores de CTC e com textura média tendem a apresentar muita argila dispersa e baixo grau de floculação.

1.2.2.2.3 Relação silte/argila

Importância: A relação silte/argila é elemento indicador de intemperismo para alguns solos tropicais e dá ideia indireta da mobilidade de argilas, quando é determinada para todos os horizontes do solo.

É um dos parâmetros usados para distinguir Latossolos (índice máximo de 0,7 para solos de textura média e 0,6 para os solos de textura argilosa) de solos mais jovens (Cambissolos).

Tal relação não é decisiva para distinção de Latossolos, quando se trata de material de natureza sedimentar.

Cálculo: Teor de silte total /teor de argila total.

1.2.2.2.4 Densidade aparente (densidade do solo ou global)

Princípios: A referida densidade procura quantificar a relação peso/volume do solo em condições as mais naturais possíveis.



Importância: A determinação da densidade aparente do solo é recomendada em praticamente todos os tipos de levantamentos, por ser de grande relevância sob vários aspectos. Tem implicação direta com a morfologia do solo e, por conseguinte, na gênese de cada tipo de solo. Indiretamente, reflete o comportamento dos solos no tocante à porosidade, permeabilidade, compacidade, taxa de infiltração, desenvolvimento de raízes, indicação de presença de material vulcânico no solo (< 0,85g/cm³), grau de intemperização, sendo fundamental ainda por sua aplicação direta para cálculos quantitativos, os mais diversos.

Observação: Importância deve ser dada aos cuidados na coleta das amostras indeformadas, sempre que possível procedendo-se repetições, e na escolha de torrões representativos do material que se deseja avaliar. Nem todos os solos apresentam torrões de tamanho e consistência adequados para a determinação. Deve-se então utilizar amostras coletadas com uso de anel volumétrico.

A seleção do método a ser empregado está em função das características de cada horizonte amostrado. Quando da coleta da amostra, se possível, o solo deve estar sob condições de umidade próxima da capacidade de campo (úmido).

Os vários métodos existentes podem ser escolhidos conforme os exemplos abaixo:

- solos com presença de cascalhos e concreções método direto no campo, usando areia ou água para comparação de volumes;
- solos bem-estruturados, compactados método do torrão;
- solos arenosos método do anel, ou ocasionalmente, o da proveta; e
- outros tipos de solos método do anel volumétrico.

No boletim de análise, é indispensável que se indique o método empregado, especialmente quando se utilizam diferentes métodos para um mesmo perfil.

1.2.2.2.5 Densidade real (densidade de partículas)

Princípio: Procura representar a verdadeira relação entre a massa (peso do solo) e o seu volume, ou seja, representa o peso das partículas do solo e o volume ocupado exclusivamente pelas mesmas, independente de seu arranjamento. A densidade de partículas exprime a densidade da terra fina, que se admite ser igual à da massa do solo.

Observações: Esta característica, denominada "densidade real", como o nome diz reflete a verdadeira densidade das partículas constituintes do solo. É um reflexo da natureza química e mineralógica de seus constituintes. Pode ser dispensada para solos minerais ricos em sílica ou em quartzo (areias), utilizando-se o valor universal de 2,65g/cm³. A determinação é feita pelo método do balão volumétrico com o uso de álcool etílico. Pode ser determinada em amostra deformada.

1.2.2.2.6 Porosidade

Princípio: Exprime o volume total de poros contidos na amostra, admitindo-se que essa condição seja igual à do solo onde foi amostrado.



Importância: O conhecimento da porosidade do solo é importante para se ter idéia tanto de sua permeabilidade quanto da sua capacidade de retenção de água e de nutrientes aplicados. Solos com grande quantidade de macroporos, onde a maior parte da água é retirada por ação da gravidade, não são os ideais.

Observações: A porosidade total do solo (percentagem de saturação em volume) é constituída pelo somatório de macro e microporos. A textura e a estrutura do solo são os fatores determinantes da sua porosidade. Solos argilosos têm tendência a ter maior quantidade de microporos em relação a macroporos, porém podem ter também grande quantidade de macroporos, dependendo da estruturação.

Durante a descrição dos solos no campo (item 1.1.8.5) deve ser feita uma avaliação da porosidade, com base em avaliação por observação direta à vista desarmada ou com auxílio de lupa de pequeno aumento (10x). Neste caso, o que se observa e se estima é a macroporosidade.

Cálculo baseado nas densidades de partículas (real) e do solo (aparente), conforme expressão:

Porosidade total = 100 (a - b)/a,

onde: \mathbf{a} = densidade de partículas; e \mathbf{b} = densidade de solo.

Determinações da micro e macroporosidade:

- microporosidade (poros com diâmetro < 0,05mm) é determinada em mesa de tensão, através de sucção correspondente a 60cm de coluna d'água; e
- macroporosidade é determinada por diferença, segundo a expressão: Macroporosidade = porosidade total microporosidade

1.2.2.2.7 Umidades extraídas a 1/10atm (0,01MPa), 1/3atm (0,033MPa) e 15atm (1,5MPa)

Princípio: Amostras indeformadas de solos são saturadas e submetidas a determinadas tensões de sucção. A água restante é então medida.

Observações:

- embora se mencione apenas tensões de 0,01, 0,033 e 1,5MPa, muitas vezes se faz também determinações a 0,1 e 0,5MPa e de outros pontos de tensão que interessem para elaboração da curva de retenção de água do solo;
- dados de grande importância para irrigação e drenagem. Às tensões de 0,01 e 0,033 MPa, corresponde aproximadamente a água retida no solo em sua "Capacidade de Campo" para solos arenosos e argilosos, respectivamente, enquanto a umidade retida a 15atm (1,5MPa) é convencionada que corresponde ao "Ponto de Murchamento" da maioria das culturas. Estes dados possibilitam o cálculo de "água disponível" do solo, ou em outras palavras a capacidade de armazenamento de água no solo; e



 - por muito tempo no Brasil foi empregada a unidade de medida atmosfera (atm) para expressar as tensões utilizadas para as determinações acima. O Sistema Internacional de Unidades (Système International d'unités - SI) adota o pascal (Pa) como unidade de medida padrão (1atm = 101.325Pa).

1.2.2.3 Determinações químicas

1.2.2.3.1 pH em H₂O e KCl ou CaCl₂

Princípio: Baseia-se na concentração hidrogeniônica da solução do solo. Um eletrodo mergulhado na suspensão solo-líquido mede a atividade do íon H⁺.

Importância: Determinações de extrema importância para solos. Dão ideia da acidez ou alcalinidade e solubilidade de alguns elementos, e em consequência, disponibilidade de nutrientes. O pH determinado em KCl apresenta valores mais baixos que os determinados em $\rm H_2O$, salvo no caso de solos extremamente intemperizados. A diferença entre ambos $\rm \Delta pH$ (pH KCl - pH $\rm H_2O$) expressa o balanço de cargas elétricas dos coloides do solo, e quando positiva ou nula, é característica distintiva de solos com caráter ácrico.

Observação: Para fins de levantamentos de solos, comumente se utiliza as determinações em H₂O e KCI. Os valores de pH determinados em solução de KCI ou CaCI₂ são menos sujeitos a variações da relação solo/água, visto que sua concentração salina é suficiente para padronizar eventuais diferenças nos teores de sais entre amostras.

1.2.2.3.2 Bases trocáveis

Princípio: A determinação das bases trocáveis consiste fundamentalmente de sua extração com o uso de extratores químicos e posterior determinação, visto que as mesmas encontram-se adsorvidas em posições de troca na superfície dos colóides.

Observação: Por se tratar de cátions trocáveis, os mesmos são facilmente extraídos dos solos com soluções salinas ou de ácidos diluídos. O laboratório do CNPS, atual EMBRAPA Solos utiliza solução de KCIN para extração de Ca²⁺ e Mg²⁺ e HCI 0,05N para K⁺ e Na⁺.

Soma de bases (valor S) - corresponde ao somatório dos resultados das bases trocáveis, obtidos pelas determinações anteriores. Utiliza-se a expressão:

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

1.2.2.3.3 Acidez

Princípios: Determinação dos cátions ácidos presentes no solo (H⁺ e Al³⁺), tanto em forma adsorvida aos coloides quanto os pertencentes a radicais carboxílicos.

Observações: Dois tipos principais de acidez são determinados em análises para levantamentos de solos. A acidez trocável ou também denominada "extraível" e



a acidez potencial ou total. Os diversos laboratórios normalmente fazem as duas determinações, porém costumam expressar os resultados de diferentes formas. Fundamentalmente as diferenças se devem ao tipo de extrator utilizado, sendo que a acidez trocável se obtém com utilização de soluções de sais neutros não tamponados, dos quais o mais utilizado é o KCIN, podendo ser usado também o BaCl₂ 0,1M, que extraem a acidez ligada eletrostaticamente à superfície das argilas e que, na maioria dos solos, é constituída em sua quase totalidade por Al³⁺. A acidez potencial por sua vez determina juntamente H⁺ e Al³⁺, porém extrai também a acidez presente em radicais carboxílicos em ligações fortes (covalentes), para isto se utiliza como extrator o acetato de cálcio tamponado a pH 7.0. A determinação dos teores de H⁺ é feita por diferença de acordo com a expressão:

$$H^+ + AI^{3+}$$
 pelo (Ca(OAc)₂) - AI^{3+} (KCI N) = H^+ extraível

Alguns laboratórios apresentam os resultados em separado como Al³⁺ trocável, H⁺ extraível e acidez potencial (H⁺ + Al³⁺), outros só apresentam os dois primeiros, e ainda outros apresentam os resultados de outras formas.

1.2.2.3.4 Capacidade de troca de cátions (valor T) - Corresponde ao somatório dos resultados da soma de bases trocáveis e acidez potencial, determinados anteriormente. Utiliza-se a expressão:

$$T (cmol_c.kg^{-1}) = S + (H^+ + Al^{3+})$$

Observação: Em razão da determinação de dois tipos de acidez (trocável e potencial), dois tipos de CTC podem ser calculadas.

O primeiro, denominado CTC efetiva, utiliza o valor S junto à acidez trocável determinada com soluções salinas não tamponadas e foi por algum tempo usada como referência para correção de acidez em fertilidade do solo. O segundo, também conhecido como CTC do solo ou CTC a pH 7.0, utiliza o somatório de S com a acidez, potencial e é esta que efetivamente é usada para fins de classificação de solos.

A CTC do solo pode também ser determinada diretamente, empregando-se o cálcio ou o amônio como íons saturantes. Estudos de Raij e Küpper (1966) encontraram boas correlações do método que emprega o acetato de amônio a pH 7,0 com o método do somatório do valor S com a acidez total.

1.2.2.3.5 Percentagem de saturação por bases (valor V)

Princípio: Cálculo da proporção de bases trocáveis contida na capacidade de troca de cátions, segundo as determinações anteriores. É dada pela expressão:

$$V\% = 100 \times S/T$$

Importância: Representa a participação de bases trocáveis em relação ao total de cátions no complexo. Este parâmetro é utilizado para distinção de solos de baixa e alta fertilidade (distróficos e eutróficos).



1.2.2.3.6 Percentagem de saturação por alumínio (valor m)

Princípio: Proporção de alumínio trocável presente no somatório dos resultados de bases extraíveis e alumínio trocável, segundo determinações mostradas anteriormente. É dada pela seguinte expressão:

 $m\% = 100xAI^{3+}/(S + AI^{3+})$

Importância: Este valor expressa a participação do cátion Al³⁺, em relação ao total de cátions do complexo de troca (bases + acidez trocável). É empregado na distinção de classes de solos quanto aos caracteres alumínico, alítico e álico.

1.2.2.3.7 Percentagem de saturação por sódio

Princípio: Cálculo da proporção de sódio trocável presente na capacidade de troca de cátions, segundo as determinações anteriores.

Calculada através da expressão: 100xNa+/T

Importância: Expressa a participação percentual do elemento Na⁺ em relação ao total de cátions do complexo. Este valor é utilizado para distinção de solos com os seguintes caracteres:

Caráter solódico = saturação por sódio maior que 5% e menor que 15%; e

Caráter sódico = saturação por sódio maior ou igual a 15%.

1.2.2.3.8 Fósforo assimilável

Princípio: A determinação deste parâmetro procura medir no solo a quantidade de fósforo que pode ser utilizada pelas plantas.

Observação: A química do fósforo no solo é bastante complexa, o que dificulta a obtenção de métodos de laboratório que sejam eficazes para avaliar a sua disponibilidade. O fósforo no solo se apresenta nas formas mineral e orgânica, fazendo parte de compostos com Cálcio, Ferro e Alumínio, em solução, e adsorvido aos colóides, nas formas trocável e não trocável. Isto faz com que seja difícil a obtenção de um extrator que seja capaz de representar a complexidade da dinâmica do fósforo no solo, não existindo, portanto, consenso sobre qual é melhor. Um bom extrator para fósforo no solo deve ser adequado para simular a ação das plantas, permitindo a avaliação do fósforo lábil (fósforo em fase sólida que pode passar à solução do solo, portanto, uma forma disponível de fósforo), porém sem dissolver o fósforo não lábil ou resíduos de fertilizantes não dissolvidos.

No Brasil, dois extratores são mais empregados, o da resina (resina de troca aniônica) e o de Mehlich (duplo ácido ou Carolina do Norte). O laboratório do CNPS utiliza o Mehlich, que emprega uma solução extratora (HCI 0,05N e H₂SO₄ 0,025N).

1.2.2.3.9 Carbono orgânico

Princípio: Adiciona-se quantidade conhecida de dicromato de potássio ao solo, e este deverá oxidar o carbono orgânico presente no solo, em meio ácido e temperatura elevada, transformando-o em CO₂. O excesso de dicromato é, então, medido em função da quantidade de sulfato ferroso 0,5M gasta para sua titulação.



Importância: O quantitativo de carbono (C) é de interesse geral, na formação, na classificação, no uso e manejo do solo. O teor de carbono (C) é uma indicação da quantidade de matéria orgânica acumulada no solo, sob diferentes condições ambientais. É a chave para critérios diagnósticos em solos orgânicos e caracterização de vários horizontes diagnósticos superficiais.

1.2.2.3.10 Matéria orgânica

Princípio: A determinação da matéria orgânica pode ser feita por métodos diretos e drásticos (queima a 500°C ou digestão com água oxigenada) que, entretanto, apresentam muitas limitações.

Observação: Pela grande importância da mesma no solo, a sua determinação tem sido feita indiretamente através da determinação do teor de carbono orgânico, conforme método acima, e tomando-se por base o teor médio de carbono orgânico de 58% presente na matéria orgânica humificada. O que leva ao emprego da seguinte expressão:

$MO\% = C \times 1,724$

O referido método igualmente apresenta limitações, por também medir outras formas de carbono não orgânico existentes no solo, tais como carvão e alguns resíduos de plantas não humificadas.

1.2.2.3.11 Micronutrientes (Zn, Cu, Fe e Mn)

Princípio: Extração segundo Mehlich (HCI 0,05N + $\rm H_2SO_4$ 0,025N) ou com DTPA-TEA (solução contendo ácido dietileno-triaminopenta cético e trietanolamina) a pH 7,3, quelação do elemento e determinação por espectrofotometria de absorção atômica. No IAC se emprega o DTPA-TEA.

Observação: Como ocorrem em quantidades muito pequenas (exceto ferro), a lavagem adequada do material e o uso de reagentes de boa qualidade são essenciais para evitar contaminação.

Importância: Esta determinação não é empregada corriqueiramente em levantamentos de solos, com exceção daqueles levantamentos voltados para subsidiar projetos de exploração agrícola. É de suma importância para manejo químico dos solos. Em algumas situações são solicitadas para averiguar se há deficiência no solo para algumas culturas (Zn, Cu e Fe) e em outras situações para averiguar toxicidade que podem causar (Zn, Fe e Mn).

1.2.2.3.12 Nitrogênio total

Princípio: O Nitrogênio em solos tropicais está praticamente todo ligado à matéria orgânica. Neste método, o N é convertido em sulfato de amônio através de oxidação com uma mistura de $CuSO_4$, H_2SO_4 e Na_2SO_4 ou K_2SO_4 (mineralização). Posteriormente em meio alcalino, o sulfato de amônio convertido da matéria orgânica libera amônia que, em câmara de difusão, é complexada em solução de ácido bórico contendo indicador misto, sendo finalmente determinado por acidimetria (H_2SO_4 ou HCI).



Importância: Determinação de grande importância em pedologia, pois juntamente com o teor de carbono (relação C/N) dá informações úteis com relação ao manejo do nitrogênio no solo, particularmente no que tange à imobilização e grau de decomposição.

Matéria orgânica com baixa relação C/N é mais interessante para lavouras, pois implica em maior disponibilidade de N para as plantas.

Observações: Existem dois métodos que podem ser utilizados, considerando o mesmo princípio: o Kjeldahl por câmara de difusão e o Kjeldahl por destilação a vapor. Em ambos, a determinação se refere a nitrogênio orgânico e amoniacal, entretanto, para fins de levantamentos de solos, é apresentada como nitrogênio total.

1.2.2.4 Determinações mineralógicas

1.2.2.4.1 Mineralogia da fração argila

Importância: É de grande importância em estudos de gênese, classificação e caracterização dos solos. Alguns sistemas de classificação utilizam esta determinação para distinguir classes de solos em seus níveis categóricos inferiores.

O procedimento mais utilizado é a difratometria de raios X, aplicada em lâminas delgadas de solo, com e sem tratamentos.

Também com uso de DRX associado comumente a outras técnicas (análises químicas, por exemplo) é possível quantificar minerais presentes nas amostras.

O SiBCS sugere os termos caulinítico, gibbsítico e oxídico (item 2.1.1.2.5) para designar classes de solos no 5° nível categórico (famílias), com base nesta determinação.

1.2.2.4.2 Mineralogia das frações areias, calhaus e cascalhos

Importância: Determinação pouco frequente em levantamentos de solos. Utilizada para estimativa da proporção dos minerais primários no solo, que constituem reserva de fornecimento de nutrientes para as plantas, mediante a ação prolongada e permanente dos agentes do intemperismo. É utilizada também para definição de parâmetros de classificação, estudos de uniformidade do material originário, estimativa do grau de intemperismo e de desenvolvimento do solo, e tendências de formação de minerais secundários no processo de desenvolvimento pedogenético do solo.

Emprega-se métodos óticos (lupa binocular e microscópio petrográfico) e micro testes químicos para a sua determinação.

O SiBCS sugere os termos micácea, anfibolítica, feldspática e silicosa (item 2.1.1.2.5) para designar classes de solos no 5° nível categórico (famílias), com base nesta determinação.



1.2.2.5 Determinações especiais

Neste grupo, estão relacionadas algumas determinações realizadas para atender determinados fins, ou situações especiais, seja para definir aspectos de manejo do solo, ou para esclarecer algumas particularidades dos mesmos visando à sua classificação.

1.2.2.5.1 Textura com subfracionamento dos componentes areia e silte

Princípio: Baseado na lei de Stokes (velocidade de queda das partículas em meio viscoso)

Importância: Pouco usada em levantamentos de solos do Brasil, é realizada apenas para efeito de caracterização dos solos em alguns estudos específicos como gênese e trabalhos de determinação do fator erodibilidade para fins conservacionistas (métodos empíricos). Alguns sistemas de classificação utilizam o resultado desta determinação para definição de classes em níveis categóricos inferiores. O Quadro 7 mostra os limites de diâmetro de partículas que são usados para separação das frações:

Quadro 7 - Limites de diâmetros das frações (mm)

Frações	Limite Superior	Limite Inferior
Areia muito grossa	2,0	1,0
Areia grossa	< 1,0	0,5
Areia média	< 0,5	0,25
Areia fina	< 0,25	0,10
Areia muito fina	< 0,10	0,05
Silte	< 0,05	0,002
Argila	< 0,002	-

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

Observação: Para a sua determinação, empregam-se os mesmos procedimentos utilizados para a composição da terra fina (item 1.2.2.2.1), com a diferença que as frações areia e silte são subfracionadas por meio de peneiramento.

1.2.2.5.2 Determinações em pasta saturada (extrato de saturação)

Princípio: Determinação da presença de sais em amostras naturais de solos.

Importância: Geralmente são necessárias em solos de situações propensas à salinização, tais como áreas de planícies sujeitas a inundações e solos submetidos à irrigação e drenagem.

Trata-se de medição da quantidade de sais solúveis e da condutividade elétrica em solos, que são de extrema importância tanto para fins pedológicos quanto para monitoramento de salinização de substratos para cultivos em ambientes fechados (estufas) ou em projetos de irrigação e drenagem.



Observações: Tais determinações deveriam ser feitas em amostras de solos sem diluição, com teores de umidade correspondentes à água retida no solo dentro das faixas de potencial de água (0,01 e 1,5MPa), mas na prática a obtenção desta solução é muito difícil. Logo, as determinações são feitas em soluções extraídas do solo saturado com água (extrato de saturação). Os índices usados para avaliação de salinidade do solo de substrato, da mesma forma que para classificação de solos, se referem à condutividade elétrica do extrato de saturação.

Condutividade elétrica

Princípio: Determinada por condutimetria no extrato de saturação. É um determinação relativamente fácil, colocando-se a solução solo:água entre dois eletrodos de geometria constante, separados por uma distância conhecida. A quantidade de corrente medida, após aplicação de um potencial elétrico, é proporcional à concentração dos sais na amostra.

Importância: Determinação utilizada na classificação de solos salinos em zonas semiáridas, áreas costeiras e nas interpretações de uso e manejo dos solos.

Cátions Solúveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ e K^+) e Ânions Solúveis (CO_3^{-2-} , HCO_3^{-1} , Cl^- e SO_4^{-2-})

Princípio: Para os cátions solúveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ e K^+) empregam-se métodos semelhantes aos usados na determinação das bases trocáveis, enquanto os ânions Solúveis (CO_3^{2-} , HCO_3^{--} , Cl^-) são determinados por volumetria e o SO_4^{-2-} por gravimetria.

Importância: Determinações utilizadas para os mesmos fins que a condutividade elétrica em classificação de solos salinos, ácido-sulfatados e interpretações de uso e manejo dos solos.

1.2.2.5.3 Ataque sulfúrico

Princípio: O tratamento com ácidos fortes tem a função de dissolver os minerais secundários constituintes das frações finas do solo, e possibilitar a quantificação de seus elementos formadores (Fe, AI, Si, Ti, Mn, P, etc.).

Importância: Determinação de suma importância em pedologia, pois possibilita determinar as relações moleculares entre os constituintes de maior importância dos minerais do solo e assim avaliar o estágio de intemperização.

Dados de óxidos de ferro total são usados diretamente para distinção de Latossolos, Argilosos, Cambissolos e Nitossolos, em algumas de suas categorias inferiores, e para separação de atributos relacionados com o teor de óxido de ferro (hipo, meso, férrico e perférrico). Portanto, trata-se de determinação especialmente requisitada para distinção e caracterização de algumas classes no SiBCS.

1.2.2.5.4 Relações moleculares Ki (SiO₂/Al₂O₃), Kr (SiO₂/R₂O₃) e Al₂O₃/Fe₂O₃

Princípio: Estas relações são determinadas por cálculo, com base nos resultados obtidos pelo ataque sulfúrico.

Observações: Por se tratarem de relações moleculares, as expressões empregadas foram deduzidas a partir da divisão do percentual de cada um dos óxidos pelo valor de seu peso molecular.



Os valores são obtidos com utilização das seguintes expressões simplificadas:

 $Ki = 1,70 \times SiO_2/Al_2O_{3}$

 $\mathbf{Kr} = 1,70 \times \text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 + (\text{Fe}_2\text{O}_3 \times 0,6375); e$

 $Al_2O_3/Fe_2O_3 = 1,57 \times Al_2O_3/Fe_2O_3$

Importância: O valor do índice Ki, considerado um índice de intemperização, representa o quociente da divisão entre um elemento de grande mobilidade por um de muito baixa mobilidade no processo de intemperismo. Logo, os menores valores são indicativos de grande intemperização. Em razão disto, é parâmetro usado na distinção de Latossolos e possibilita uma estimativa da constituição mineralógica da fração coloidal dos solos.

Os valores de Kr, por sua vez, representam o quociente da divisão entre um elemento de grande mobilidade (Si) e o somatório de elementos de baixa mobilidade (Fe e AI), e assim como o Ki é indicativo do grau de intemperismo dos solos. Por envolver os teores de ferro, de alumínio e silício, está sendo empregado para separar solos cauliníticos (Kr > 0,75) de solos oxídicos (Kr < 0,75).

A relação molecular Al₂O₃/Fe₂O₃ expressa presença de ferro em relação a um elemento de muito baixa mobilidade no processo de intemperismo, em razão disto tem sido usada na classificação de solos utilizada anteriormente no Brasil como parâmetro auxiliar para distinguir Latossolos Vermelhos de Latossolos Vermelho-Amarelos, quando de textura média. Valores altos (>3,15) expressam pequena presença de ferro e distinguem Latossolos Vermelho-Amarelos.

1.2.2.5.5 Óxido de ferro livre (extraível)

Importância: Em levantamento de solos, é solicitado para detectar migração de ferro no perfil, particularmente no caso de solos com horizonte espódico.

Princípio: O ferro que ocorre livre no solo (não estrutural) é dosado por espectrofotometria de absorção atômica, após extraído da terra fina seca no ar (TFSA). Em razão das suas várias possibilidades de ocorrência no solo, são empregados três extratores: **Fed** - extraído com Ditionito citrato bicarbonato (DCB): **Feo** - extraído com oxalato de amônio e o ferro extraído com pirofosfato de sódio.

O agente redutor ditionito atua como tal em amostra aquecida complexante tamponada de citrato/bicarbonato. O ferro é, então, determinado no extrato.

Observações:

- O método do DCB determina todos os compostos de ferro, alumínio e manganês livres no solo (não estruturais); o método do oxalato ácido de amônio ataca os óxidos e hidróxidos amorfos de Fe, Al e Si, permanecendo inatacados os argilominerais cristalinos e o método do pirofosfato de sódio extrai apenas os complexos de ferro e alumínio com a matéria orgânica do solo, permanecendo inatacadas as formas inorgânicas e as cristalinas;
- Este recurso também é muito utilizado nas análises de mineralogia por Difração por raios X - DRX, para extrair compostos de ferro presentes (ferridrita, hematita, goetita e lepidocracita), com o propósito de concentrar os argilominerais na amostra



e facilitar a sua identificação. É também empregado para (limpar) grãos de areia ferruginizados para facilitar a sua observação ao microscópio; e

- A determinação do ferro, com uso do extrator pirofosfato de sódio, tem sua eficiência questionada e tem sido pouco requisitada.

1.2.2.5.6 Equivalente de CaCO,

Importância: Determinação usada em levantamentos de solos em situação de suspeita de salinização, com concentração de CaCO₃ no perfil do solo, refletida por situação de pH bastante elevado, junto a elevados teores de bases trocáveis e/ou presença de concreções de CaCO₃ no corpo do solo.

Princípio: A amostra é atacada com excesso de solução padrão de HCI. O excesso de ácido é titulado com solução de NaOH padrão. A diferença entre a quantidade (cmol_c. kg⁻¹) adicionada de HCI e a titulada representa o percentual de CaCO₃ na amostra.

Observações:

- determinação importante para classificação de solos. É usada para distinção de solos com caráter carbonático, caráter com carbonato e horizontes cálcicos.
- são determinados carbonatos de cálcio primários e secundários e, convencionalmente, os carbonatos presentes, tanto de Cálcio como de Magnésio, são expressos como CaCO₃.
- os laboratórios de solos da rede oficial só fazem este tipo de determinação em solos que apresentem valores de pH maiores que 8,0.

1.2.2.5.7 Ponto de carga zero (PCZ)

Princípio: Titulação da amostra com H⁺ ou OH⁻ a três diferentes concentrações de eletrólitos. A determinado pH, os valores de H⁺ e OH⁻ adsorvidos são os mesmos e, neste ponto, a carga líquida independe da concentração salina.

Importância: PCZ elevado em solos oxídicos, implica em solos com predomínio de cargas positivas em condição de pH natural (quase sempre menor que o PCZ). O seu manejo químico necessita a diminuição do PCZ ou o aumento da CTC para facilitar a retenção de íons negativos aplicados.

Observação:

- o PCZ é um valor de pH do solo em que a carga líquida superficial se reduz a zero, ou seja, podem existir cargas ou íons de carga oposta, mas estes se equivalem em quantidade;
- solos oxídicos e eletropositivos, quase sempre têm PCZ elevado e, taxonomicamente, são caracterizados como ácricos no SiBCS; e
- determinação recomendada quando da constatação de inversão de pH (pH KCl > pH H₂O) em horizontes diagnósticos.



1.2.2.5.8 Curvas de retenção de umidade

Princípio: Obtidas por meio de determinação da umidade do solo em pontos de tensão diferentes.

Importância: São muito demandadas e de suma importância em levantamentos pedológicos detalhados, visando fornecer subsídios para projetos de irrigação (item 1.2.2.2.7).

1.2.2.5.9 Constantes de Atterberg (ou limites de consistência do solo)

Princípio: Variação na viscosidade da água a diferentes tensões e consequentemente a diferentes distâncias das partículas sólidas, favorecendo a prevalência das forças de adesão (água-sólido) e coesão (sólido-sólido).

Importância: São determinados os limites de liquidez e de plasticidade, índices de plasticidade, de contração, e de pegajosidade, para fins de interpretação de uso do solo em projetos de engenharia, e utilização de máquinas e implementos agrícolas no preparo do solo.

Observação: O limite de plasticidade é determinado com estado de umidade da amostra entre o úmido e o molhado; o limite de liquidez é determinado com teor de umidade em que as forças coesivas são pequenas e o solo pode fluir sob aplicação de uma força, enquanto o índice de plasticidade é determinado com teor de umidade entre o limite de liquidez e o de plasticidade e é uma medida indireta da força mecânica necessária para moldar o solo.

1.2.2.5.10 Condutividade hidráulica

Princípio: Este parâmetro é determinado em laboratório, em amostras indeformadas (item 1.2.1.2) e reflete a permeabilidade vertical dos solos, que é uma informação importante do comportamento dos solos no que concerne a penetração de água.

Importância: Na falta de informações diretas de campo, este parâmetro pode orientar projetistas sobre o dimensionamento de projetos de irrigação, auxilia na classificação de terras para irrigação e dá indicativos sobre o comportamento de solos frente à ação de processos erosivos, entre outras aplicações.

Observação: É expressa em cm/hora ou mm/hora e utilizada como fonte de dados básicos para projetos de irrigação, drenagem, manejo de solos e interpretações para fins de engenharia.

1.2.2.5.11 Análise de agregados por via úmida

Princípio: Realizada em amostra úmida, pelo fato de que o umedecimento causa uma expansibilidade diferencial interna, provocando ruptura nos locais de força de união menos intensa entre as partículas.

Importância: Tem utilidade na medida da impermeabilização e encrostamento superficial dos solos, objetivando a avaliação da susceptibilidade à erosão pela resistência à desagregação pelo impacto das gotas de chuva.



1.2.2.5.12 Caracterização de material orgânico

Importância: Determinação de grande importância para separação de alguns horizontes diagnósticos superficiais e dos Organossolos em seus níveis mais inferiores no SiBCS. Tem na determinação da quantidade de matéria orgânica, do conteúdo de fibras e das densidades do solo e da matéria orgânica, os principais parâmetros utilizados para fins de taxonomia.

Observação: O SiBCS traz metodologia específica para determinação da quantidade de matéria orgânica com utilização de "mufla" e critérios para avaliação do seu grau de decomposição.

1.2.2.5.13 Análises da qualidade da água para irrigação

São realizadas em laboratórios especiais e são bastante requeridas em casos de levantamentos de solos destinados a subsidiar projetos de agricultura irrigada. A água para irrigação é melhor avaliada através do conhecimento do conteúdo total de sais, da composição iônica e da proporção relativa entre as espécies de íons. Dentre as principais determinações requeridas estão:

- condutividade elétrica (CE); e
- total de sólidos dissolvidos (TSD) Fornece uma medida quantitativa do total de sais dissolvidos.

Dentre os íons a serem analisados estão os cátions sódio (Na⁺), cálcio (Ca²⁺) e magnésio (Mg²⁺) que são indispensáveis para o cálculo da razão de adsorção de sódio (RAS). O potássio (K⁺) contribui ligeiramente para a salinidade.

Dentre os ânions a serem analisados estão o cloreto (Cl⁻), o sulfato ($SO_4^{2^-}$), o carbonato ($CO_3^{2^-}$) e o bicarbonato (HCO_3^{-}). Os ânions bicarbonato (HCO_3^{-}) e o carbonato ($CO_3^{2^-}$) são usados para o ajustamento da RAS pela precipitação do carbonato de cálcio.

São requeridas ainda as determinações de pH e do boro.

1.2.3 Apresentação dos resultados analíticos

1.2.3.1 Unidades de medida empregadas em levantamentos de solos

As informações, a seguir, têm o propósito de contribuir para uniformizar a expressão de medidas no âmbito da ciência do solo e, mais especificamente, dos resultados analíticos para fins de levantamento de solos.

Em virtude das modernas tendências de globalização, este fato se tornou de grande importância, principalmente considerando-se que o Brasil desde 1960 é signatário de um acordo internacional para uniformizar a expressão de medidas em todo o mundo.

A maioria das unidades utilizadas até 1995 no Brasil, para fins de levantamento de solos, não pertencia ao Sistema Internacional de Unidades (Système International d'unités - SI). A Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - SBCS tem feito algumas sugestões de unidades para fins de uniformização (CANTARELLA; MONIZ, 1995).



Segundo Cantarella e Moniz (1995), o emprego do decímetro cúbico (dm³) em medidas de concentração no solo se deve à sua "proximidade" com o quilograma, usado quando as concentrações são expressas por unidade de massa. Ainda segundo esses autores, o centimol por decímetro cúbico (cmol/dm³) é aceito nas publicações da SBCS devido à coincidência numérica com o miliequivalente por 100 centímetros cúbicos (mEq/100cm³), no entanto seu emprego não é incentivado e deverá ser revisto futuramente pela Comissão Editorial daquela Sociedade.

A unidade usada anteriormente para expressar a condutividade elétrica era milimhos/centímetro (mmhos/cm), que representa a milésima parte de "mho" (inverso de "ohm"), que é uma unidade de resistência elétrica. O SI adota para esta determinação o "Siemens", que é uma unidade de condutância e recomenda decisiemens/metro (dS/m), enquanto a Embrapa Solos adota o milisiemens/centímetro (mS/cm), ambos com igualdade numérica em relação ao mmhos/cm.

A unidade de medida usada por muito tempo para expressar as tensões em que a umidade determinada para construir a curva de retenção (item 1.2.2.2.7) foi por muito tempo a "atm" (atmosfera). O SI adota para esta determinação o "pascal". Por sua vez, os resultados da determinação que eram expressos anteriormente em %, agora devem ser expressos em **kg/kg ou kg.kg**-1, conforme a Embrapa Solos e para tanto os valores em % devem ser divididos por 100.

O quadro a seguir (Quadro 8) apresenta os fatores de conversão das unidades usadas anteriormente para as unidades do Sistema Internacional e, juntamente, as unidades adotadas pela Embrapa Solos, no *Manual de métodos de análises de solo* (DONAGEMA et al., 2011).

Quadro 8 - Conversão das unidades usadas anteriormente para as unidades do sistema internacional (SI) e unidades adotadas pelo CNPS/EMBRAPA Solos

Unidades Antigas (A)	Fator de Conversão (F)	Unidades do SI (SI = A x F)	Unidades adotadas pelo CNPS (Embrapa, 1997a)
%	10	g/dm ³ , g/kg ou g.dm ⁻³ , g.kg ⁻¹	g/kg ou g.kg ⁻¹
ppm ou µg/cm³	1	mg/dm³, mg/kg ou mg.dm⁻³, mg.kg⁻¹	mg/kg ou mg.kg ⁻¹
mEq/100cm ³ , ou	1	cmol _c /dm³, cmol _c /kg ou	
mEq/100mL, ou	ı	cmol _c .dm ⁻³ , cmol _c .kg ⁻¹	cmol _c /kg ou cmol _c .kg ⁻¹
mEq/100g	10	mmol _c /dm ³ , mmol _c /kg ou mmol _c .dm ⁻¹ , mmol _c .kg ⁻¹	55. ₁₀ g 5.1 6.110.lg.n.g
mmhos/cm	1	dS/m ou dS.m ⁻¹	mS/cm ou mS.cm ⁻¹

Fonte: Tomé Junior, J. B. Manual de interpretação de análise de solo. Guaíba: Agropecuária, 1997. Adaptado. Nota: A Saturação por Bases (V%), Saturação por Alumínio (m%) e Saturação por Sódio (Na%) continuam expressos em %.

1.2.3.2 Expressão dos resultados

Salvo poucas exceções como relações Ki e Kr, COLE, pHs e PCZs, todos os demais resultados analíticos são apresentados na forma de quocientes, empregando-se unidades de medida específicas para cada determinação. A representação dos



resultados pode ser feita empregando-se a forma de fração com utilização de uma "barra" entre o numerador e o denominador (por exemplo **g/kg**), ou na forma de potência com expoente negativo (por exemplo **g.kg**-1).

Nos Quadros 8, 9 e 10 deste item são empregadas ambas as formas, mas no restante da publicação, ora é empregada a forma fração e ora a forma potência.

Os Quadros 9 e 10 apresentam as unidades do SI adotadas pelo laboratório de solos do CNPS, atual Embrapa Solos, para fins de levantamento de solos, conforme *Manual de métodos de análises de solo* (DONAGEMA et al., 2011), e a precisão decimal das principais determinações.

Quadro 9 - Unidades do sistema internacional (SI) adotadas pelo CNPS/EMBRAPA Solos para determinações físicas e precisão decimal

Determinações	Unidade adotada	Precisão (casa decimal)
Terra fina, calhaus e cascalho	g/kg ou g.kg ⁻¹	0
Umidade atual	g/100g ou g.100g ⁻¹	1
Umidade residual	g/100g ou g.100g ⁻¹	3
Umidade obtida no aparelho extrator de Richards	kg.kg ⁻¹	1
Umidades obtidas com a mesa de tensão (0,01 e 0,06MPa)	kg.kg ⁻¹	1
Densidade aparente	g/dm³ ou g.dm⁻³	2
Densidade de partículas	g/dm³ ou g.dm⁻³	2
Porosidade total	(1) m ³ /m ³ ou m ³ .m ⁻³	0
Microporosidade	(1) m ³ /m ³ ou m ³ .m ⁻³	0
Macroporosidade	(1) m ³ /m ³ ou m ³ .m ⁻³	0
Análise granulométrica:		
■ Areia grossa (2 – 0,2mm)	g/kg ou g.kg ⁻¹	0
■ Areia fina (0,2 – 0,05mm)	g/kg ou g.kg-1	0
■ Silte (0,05 – 0,002mm)	g/kg ou g.kg-1	0
■ Argila total (< 0,002mm)	g/kg ou g.kg-1	0
Argila dispersa em água	g/kg ou g.kg ⁻¹	0
Grau de floculação	g/kg ou g.kg ⁻¹	0
Relação silte/argila	-	2
Condutividade hidráulica	mm/h ou mm.h ⁻¹ ou cm/h ou cm.h ⁻¹	3
Percentagem de saturação	kg/dm³ ou kg.dm⁻³	0
Percentagem de agregados	g/kg ou g.kg ⁻¹	1
Limite de liquidez	g/kg ou g.kg ⁻¹	0
Limite e índice de plasticidade	g/kg ou g.kg ⁻¹	0
Limite de pegajosidade	g/kg ou g.kg ⁻¹	0
Limite de contração	g/kg ou g.kg ⁻¹	0
Grau de contração	g/kg ou g.kg ⁻¹	0
Superfície específica	m²/g ou m².g ⁻¹	1
Coeficiente de extensibilidade linear (COLE)	-	3

Fonte: DONAGEMA, G. K. et al. (Org.). Manual de métodos de análises de solo. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria - Embrapa Solos, 2011. 230p. (Documentos, 132). Adaptado. Disponivel em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77712/1/Manual-metodos-analis-solo-2.ed.pdf. Acesso em: jul. 2015.

(1) Volume de poros em m³/m³ da amostra volumétrica. (2) Teor de argila floculada em relação a argila total.



Quadro 10 - Unidades do sistema internacional (SI) adotadas pelo CNPS/EMBRAPA Solos para determinações químicas e precisão decimal

	Determinações	Unidade adotada	Precisão (casa decimal)
рН	(água, KCI, CaCl₂)	-	1
Car	bono orgânico	g/kg ou g.kg ⁻¹	2
Ma	téria orgânica	g/kg ou g.kg ⁻¹	2
Nitr	rogênio Total	g/kg ou g.kg ⁻¹	2
Cor	nplexo Sortivo		
■ troc	Capacidade de Troca de Cátions (CTC) e bases cáveis	cmol _c /kg ou cmol _c .kg ⁻¹	1
•	Alumínio trocável	cmol _c /kg ou cmol _c .kg ⁻¹	1
•	Cálcio trocável	cmol _c /kg ou cmol _c .kg ⁻¹	1
•	Magnésio trocável	cmol _c /kg ou cmol _c .kg ⁻¹	1
•	Potássio trocável	cmol _c /kg ou cmol _c .kg ⁻¹	2
•	Sódio trocável	cmol _c /kg ou cmol _c .kg ⁻¹	2
•	Valor S (soma das bases)	cmol _c /kg ou cmol _c .kg ⁻¹	1
Aci	dez (H ⁺ + Al ³⁺)	cmol _c /kg ou cmol _c .kg ⁻¹	1
Hid	rogênio extraível	cmol _c /kg ou cmol _c .kg ⁻¹	1
Val	or T	cmol _c /kg ou cmol _c .kg ⁻¹	1
Val	or V	%	0
Sat	uração por alumínio	%	0
Sat	uração por sódio	%	0
Tro	ca compulsiva (CTC e CTA)	cmol _c /kg ou cmol _c .kg ⁻¹	2
Por	nto de carga zero	-	2
Ata	que Sulfúrico		
	Sílica no extrato sulfúrico	g/kg ou g.kg ⁻¹	1
	Ferro no extrato sulfúrico	g/kg ou g.kg ⁻¹	1
	Alumínio no extrato sulfúrico	g/kg ou g.kg ⁻¹	1
	Titânio no extrato sulfúrico	g/kg ou g.kg ⁻¹	2
	Manganês no extrato sulfúrico	g/kg ou g.kg ⁻¹	2
	Fósforo no extrato sulfúrico	g/kg ou g.kg ⁻¹	2
•	Ki e Kr (terra fina)	- -	2
	Relação Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃	_	2
	ro, alumínio, manganês e sílica livres	g/kg ou g.kg ⁻¹	2
	s solúveis	g/kg ou g.kg	
Jai:	Percentagem de saturação	%	0
-	Condutividade elétrica	mS/cm ou mS.cm ⁻¹ (a 25° C)	1
_	Cálcio (Ca ²⁺)	cmol _c /kg ou cmol _c .kg ⁻¹	1
<u>-</u>	Magnésio (Mg ²⁺)	cmol _c /kg ou cmol _c .kg	1
-		cmol _c /kg ou cmol _c .kg	1
-	Sódio (Na ⁺) Potássio (K ⁺)	cmol _c /kg ou cmol _c .kg	1
<u> </u>	Carbonatos (CO ₃ ²⁻)	cmol _c /kg ou cmol _c .kg	1
<u> </u>	Biocarbonatos (HCO ₃ ⁻)	cmol _c /kg ou cmol _c .kg	1
_	·	cmol _c /kg ou cmol _c .kg	1
-	Cloretos (Cl') Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	cmol _c /kg ou cmol _c .kg	
E Car			1
	CO ₃ (equivalente)	g/kg ou g.kg ⁻¹	0
	essidade de gesso	cmol _c /kg ou cmol _c .kg ⁻¹	2
	cofre	g/kg ou g.kg ⁻¹	2
	roelementos	mg/kg ou mg.kg ⁻¹	0
	foro assimilável	mg/kg ou mg.kg ⁻¹	0
Ata	que triácido	g/kg ou g.kg ⁻¹	1

Fonte: DONAGEMA, G. K. et al. (Org.). Manual de métodos de análises de solo. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria - Embrapa Solos, 2011. 230p. (Documentos, 132). Adaptado. Disponivel em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77712/1/Manual-metodos-analis-solo-2.ed.pdf. Acesso em: jul. 2015.



1.2.3.3 Unidades de medida empregadas em análises de avaliação da fertilidade

Com relação a análises de solos para fins de avaliação da fertilidade, algumas instituições coordenam programas interlaboratoriais de controle de qualidade, e, em razão disto, adotam unidades distintas do Sistema Internacional, conforme resumido no Quadro 11, de acordo com Tomé Júnior (1997).

Quadro 11 - Unidades do sistema internacional (SI) adotadas por algumas instituições, para as várias regiões do Brasil

Instituição	Abrangência (Estados)	Matéria Orgânica	P Disponível (1)	Potássio Trocável	CTC (2)
Comissão de Fertilidade do Solo dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina	RS e SC	%	mg/L	mg/L	cmol _c /L
Comissão Estadual de Laboratórios de Análises Agronômicas do Paraná (C.E.L.A.)	PR	g/dm³	mg/dm ³	cmol _c / dm³	cmol _c / dm³
Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais	MG	g/kg	mg/dm ³	mg/dm ³	cmol _c / dm³
Instituto Agronômico de Campinas (IAC)	SP	g/dm ³	mg/dm ³	mmol _c / dm³	mmol _c / dm³
Centro Nacional de Pesquisa de Solos (CNPS) da EMBRAPA	RJ, ES, PE, PB, PI, AL, BA, SE, RN, PA, AM, RO, AC, GO, MS, MT	g/dm³	mg/dm³	cmol _c /	cmol _c /

Fonte: TOMÉ JUNIOR, J. B. Manual de interpretação de análise de solo. Guaiba: Agropecuaria, 1997. 247 p.

1.2.3.4 Formulário para apresentação de resultados analíticos

Após o recebimento dos resultados analíticos provenientes do laboratório escolhido para este fim, para efeito de apresentação, os mesmos deverão acompanhar a descrição morfológica dos perfis em formulários apropriados, conforme modelo da Figura 14. Outros resultados não contemplados neste formulário, como difratogramas de raios X e mineralogia da fração areia, deverão ser apresentados em sequência ao mesmo.

⁽¹⁾ Essas mesmas unidades adotadas para P Disponível são, em geral, utilizadas para enxofre e micronutrientes.

⁽²⁾ Cátions trocáveis (Ca, Mg, Al), Acidez Potencial (H + Al), Soma de Bases (S), CTC.



Figura 14 - Formulário para apresentação de resultados analíticos

Perfil o	u Amos	stra Ex	tra nº:					oratóri tocolo											
Ho	rizontes				Amostra T		-	Areia		lometri Areia	_	Terra F	ina (g Argi			- Fic	Grau de Flocula- ção		ilte
Símbolo	Profun (cn		> 20m		Cascalhos 20 - 2mm	TFSA < 2mm	۱ I	Grossa 2 - 0,2m	Fin	a 0,2 - 05mm	0,0	50000	<0,0 mn	02	Argila Natural		(g.kg ⁻¹)		Argila
	nidade (-	-		ade (kg.dm	Poro	sidad		pH (1:2,5)		C			N Levil	M		Rela C//	
0,01 MPa	0,033 MPa	1,		olo	Partícula	3 (111	/III)	+	I₂O	KCI		(g.k	g-')	(g.kg ⁻¹)		(g.k	(g.kg ⁻¹)		IN .
Base Ca ²⁺	es Trocá	Т	mol _c .kg ⁻¹		Soma d Bases (\$ (cmol _c .kg	(Cmol _c .kg ⁻¹) (cmol _c .kg ⁻¹			p Bases 10	aturação Saturação por por Alumínio (m%) : 100.S T Al ³⁺ + S		Saturação por Sódio (Na%) 100.Na T		ler Ca(nte CO ₃ (g ⁻¹)				
		Ataque	por H ₂ S	O ₄ ((g.kg ⁻¹)				Re	elações	Mole	eculare	s	Т	Óxid		PA	ssimil	ável
SiO ₂	Al ₂ O	3 F	e ₂ O ₃	Ti	iO ₂ P	₂ O ₅	MnC	0	Ki		Kr		Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	Ferro Livre			P Assimilável (mg.kg ⁻¹)		
Pasta Saturada Micronutrientes (mg.kg ⁻¹)																			
Condutivi	233			ons	do Extrato	de Satu	Saturação (cmol _c .kg ⁻¹)												
Elétrio (mS.cn		H ₂ O	Ca ²⁺	/lg ²⁺	K ⁺	Na* CC)3 ²⁻	HCO ₃ -	Cl	SO ₄ ²		B Zn Fe		Mn	n Cu C			Мо	



1.2.4 Determinações de campo

1.2.4.1 Testes de Infiltração

Princípio: Consiste na determinação da quantidade e velocidade de entrada de água no solo. Em outras palavras, mede a capacidade do solo de absorver e reter água.

Importância: São necessários nos levantamentos pedológicos de caráter executivo que visam à obtenção de dados básicos para irrigação e manejo dos solos. Os resultados, em geral, são utilizados para definir técnicas de conservação de solos e seleção de métodos e técnicas de irrigação, tais como comprimento e espaçamento entre sulcos de irrigação, dose de aplicação de água, turnos de rega, etc.

Infiltração é o processo de movimentação da água, da superfície do solo para o seu interior. A relação entre a lâmina d'água que se infiltra e o tempo gasto, é denominada velocidade de infiltração (VI).

A avaliação da velocidade de infiltração básica (VIB) é um parâmetro de suma importância para escolha do método de irrigação, da determinação das práticas de irrigação, do projeto do sistema, do escoamento superficial *run off*, da erodibilidade e da drenagem necessária sob regime de irrigação. É avaliada segundo os critérios abaixo, de acordo o Bureau of Reclamation, dos Estados Unidos (LAND...,1953):

Classe cm/h

Muito lenta	< 0,1
Lenta	0,1 - 0,5
Moderadamente lenta	> 0,5 - 2,0
Moderada	> 2,0 - 6,0
Moderadamente rápida	> 6,0 - 12,5
Rápida	> 12,5 - 25,0
Muito rápida	> 25,0

Para a realização do teste, emprega-se o recurso do duplo anel, com sistema de carga hidráulica constante, preferencialmente (Foto 138). Os testes devem ser executados em triplicata, sempre que possível em dois turnos, com solo seco *dry run* e após 48 horas no mesmo local, com solo molhado *wet run*. Recomenda-se a realização dos testes em locais próximos aos perfis representativos de solos estudados.



Foto 138 - Duplo anel com carga constante (boias acopladas). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Os testes cujos resultados apresentem um desvio em valor absoluto igual ou superior a 30% do valor médio (média de três repetições), devem ser eliminados.

A dimensão dos anéis é de 25cm de diâmetro para o anel interno, 50cm para o externo e 30cm de altura para ambos.

A superfície do solo deve ser limpa (capinada) e levemente revolvida, destorroada e nivelada, simulando área preparada para cultivo e, em seguida, os anéis devem ser enterrados no solo a uma profundidade de 15cm, por percussão, utilizando-se uma prancha de madeira para proteger o bordo superior dos anéis e um batedor específico.

No caso de sistema com carga hidráulica constante, a alimentação com água deve ser assegurada através de uma bateria de tambores de 200 litros (Foto 139), conectados aos anéis por mangueiras, sendo que o nível da lâmina d'água, no interior dos anéis, deve ser mantido constante, utilizando-se um sistema de boias de 3/4" adaptado ao equipamento. O volume de água é então medido nos tambores que devem ser graduados para tal medição.



Foto 139 -Teste de infiltração com duplo anel de carga constante em execução. Santo Estevão (BA). Foto extraída de Levantamento detalhado de solos e classificação de terras para irrigação com aplicação de testes de infiltração (1998).

No interior dos anéis, esta lâmina deve ser mantida rigorosamente com 5cm de altura, regulando-se o braço da boia e a superfície do solo próxima ao local de liberação da água, deve ser protegida por uma fina camada de brita, para evitar perturbação do material pela ação da água.



No caso de teste com sistema de carga hidráulica variável (Foto 140), o nível da lâmina d'água no interior dos anéis não é constante. Sendo que a sua reposição é feita após cada 5cm infiltrados, medidos em escala colocada na porção interna dos anéis.



Foto 140 - Duplo anel com carga hidráulica variável (escala acoplada). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

O Quadro 12 mostra exemplo de preenchimento de dados, cálculo e representação dos parâmetros determinados em um teste de infiltração. Observar que a velocidade de infiltração básica (VIB) é determinada pela média aritmética das velocidades de infiltração (VI), após a sua estabilização.

Quadro 12 - Exemplo de cálculos de IA, VI e VIB, em teste realizado com um duplo anel de carga constante em um LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura média

Ten	npo	Leitura (cm) Reservatório			Velocidade de Infiltração (VI)	
Intervalo (minutos)	Acumulado (minutos)	(1)	Acumulado (cm³)	Acumulada (IA) (cm³/cm²)	(cm/h)	
0	0					
5	5	0,2	528	1,08	12,92	
5	10	0,4	1.057 2,15		12,92	
10	20	0,5	1.321	2,69	3,23	
10	30	0,8	2.114	4,31	9,69	
15	45	1,4	3.699	7,54	12,92	
15	60	1,7	4.492	9,15	6,46	
30	90	2,2	5.813	11,85	5,39	
30	120	3,1	8.190	16,69	9,69	
60	180	5	13.210	26,93	10,23	
60	240	6,4	16.909	34,46	7,54	
60	300	7,9	20.872	42,54	8,08	

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

(1) A leitura foi feita com escala fixada nos tambores.

Diâmetro dos anéis Condições de umidade do solo = seco Interno = 25cm Altura da lâmina d'água = 5cm

Externo = 50cm

VIB = 8,61cm/h



A partir deste teste, são também elaborados gráficos (Figura 15) contendo o comportamento da infiltração em relação ao tempo (VI - velocidade de infiltração) e o quantitativo de infiltração também em relação ao tempo (IA - infiltração acumulada), parâmetros estes que juntamente com a velocidade de infiltração básica (VIB) e com os dados de capacidade de água disponível (CAD) determinados pela umidade na capacidade de campo e no ponto de murchamento (item 1.2.2.2.7) orientam a formulação dos projetos de irrigação.

Figura 15 - Representação da infiltração acumulada (IA) e da velocidade de infiltração (VI)

IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais

1.2.4.2 Testes de condutividade hidráulica (drenabilidade)

Estes testes são recomendados para caracterização dos solos, com relação a seu comportamento hídrico, e são usados para fins de planejamento de sistemas de drenagem, além de serem elementos considerados nos sistemas de classificação de terras para irrigação. A determinação da permeabilidade fornece a medida da velocidade de movimentação da água no interior da massa do solo.

Observação: A escolha do perfil, horizonte ou seção do solo para condução do teste é feita em função das características do terreno, considerando a presença ou ausência de lençol freático.

O método mais empregado é o do furo de trado. Os dados são expressos em cm/h ou m/dia, com uma decimal.



As classes de permeabilidade são estabelecidas, de acordo o Bureau of Reclamation, dos Estados Unidos (LAND...,1953):

Classe de permeabilidade (cm/h)

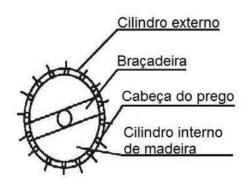
Muito lenta	< 0,8
Lenta	0,8 - 2,0
Moderada	> 2,0 - 6,0
Moderadamente rápida	> 6,0 - 8,0
Rápida	> 8,0 - 12,5
Muito rápida	> 12,5

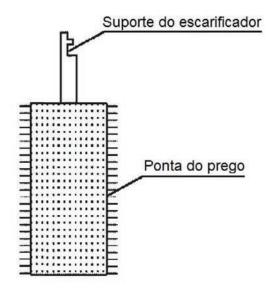
Duas modalidades básicas são comumente empregadas: o teste de condutividade hidráulica ou teste de furo de trado em presença de lençol freático (*pump-out*) e teste de condutividade hidráulica ou teste de furo de trado em ausência de lençol freático (*pump-in*).

Devem ser utilizados preferencialmente trados de caneco (ou outros) com diâmetro de 3" ou 4", empregando-se extensão, sempre que necessário, e no caso de solos constituídos de material inconsistente, empregar capas internas de proteção para evitar o desbarrancamento da parte acima da zona de teste ou telas na zona de teste.

Em algumas camadas ou horizontes, dependendo do material do solo, é comum o uso do trado alterar a permeabilidade natural do solo na parede (impermeabilizar a parede por alisamento) e para contornar o problema, se emprega algumas ferramentas (trados adaptados) para escarificar as mesmas (Figura 16).

Figura 16 - Esquema de adaptação de equipamento para escarificação de "paredes" internas do furo do trado





Batista e outros (2002)



Os testes devem ser precedidos de exame do perfil de solo para identificação e separação das camadas ou horizontes, ou, preferencialmente, devem ser realizados nas proximidades de locais com descrição de perfis de solos.

1.2.4.2.1 Teste de condutividade hidráulica ou teste de furo de trado, em presença de lençol freático (*pump-out*)

Importância: Destinado a solos total ou parcialmente hidromórficos, ou seja, solos com restrição interna de drenagem. É indicado para medir o fluxo horizontal do movimento de água no interior do solo.

Os valores de condutividade hidráulica, obtidos por meio deste método, são utilizados principalmente no cálculo de espaçamento entre drenos, podendo também ser utilizados em estudos de perdas de água provenientes de canais de irrigação.

Princípio: O teste é executado por meio do rebaixamento do nível do lençol freático, por bombeamento e pela medição do tempo de recarga. Mede-se a velocidade de ascensão da água na camada ou horizonte, situado dentro da zona de permanência do lençol freático. Após a realização do furo do trado, cuja profundidade deve atingir a camada ou as camadas em que se necessita estudar, aguarda-se a estabilização do nível de água no furo do trado (tempo variável de solo para solo e de camada para camada), procede-se à retirada da água do local e imediatamente após, se inicia a medição da subida do lençol na profundidade investigada, controlando-se o nível de subida (utilização de boia), Figura 17 e Foto 141.

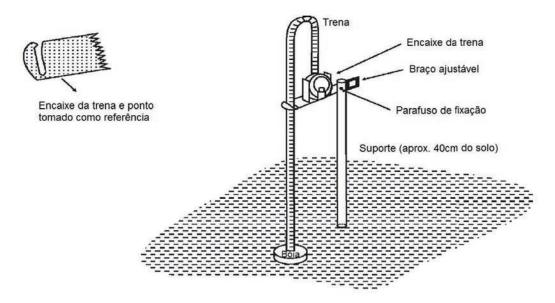


Figura 17 - Esquema de montagem de equipamentos para teste pump-out

Batista e outros (2002)

Número de testes: Depende do nível do estudo a ser conduzido. Geralmente um mínimo de 2 a 3 testes por horizonte ou camada de solo que apresentem características similares pode ser suficiente, desde que os resultados não sejam discrepantes. Para estudos detalhados, visando à implantação de sistema de drenagem é aconselhável conduzir uma média de 1 teste por hectare.

Especificações : A profundidade do furo vai depender das características das camadas do perfil do solo que se deseja testar, como espessura, profundidade e distribuição destas. Se o solo for homogêneo em todo o perfil, basta aprofundar aproximadamente 70 cm dentro da zona de lençol. Para do lençol freático (pump-out). Foto: Glailson Barreto Silva. solos heterogêneos, é necessário

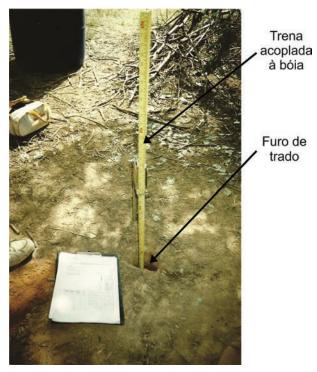


Foto 141 - Execução de teste de condutividade hidráulica em presença

fazer furos a diferentes profundidades para se determinar a condutividade hidráulica de cada camada distinta. Para o cálculo de espaçamento entre drenos, os testes são comumente conduzidos em camadas situadas entre 0,80 e 2,0m de profundidade.

A espessura da zona de teste é um valor que depende principalmente da textura do material a ser testado. Se o material for muito permeável, a base do furo de trado deve estar no máximo a 90cm abaixo do nível máximo do lençol. Em geral, a escavação de 30 a 50cm em zona de lençol é suficiente para camadas que apresentem altos valores de condutividade hidráulica.

1.2.4.2.2 Teste de condutividade hidráulica ou teste de furo de trado, em ausência de lençol freático (pump-in)

Importância: Os testes são conduzidos em áreas que possuam condições pobres de drenagem interna, ou que sejam suspeitas de virem a apresentar problemas de drenagem no futuro, provocados pela prática da irrigação.

Os resultados obtidos são empregados para dimensionamento de drenagem subterrânea e subsidiam a classificação de terras para irrigação.

É indicado para determinar a condutividade hidráulica (valor K) de camadas ou horizontes de baixa permeabilidade, acima do lençol freático, pré-selecionadas através do estudo do perfil e com espessura nunca inferior a 40cm.



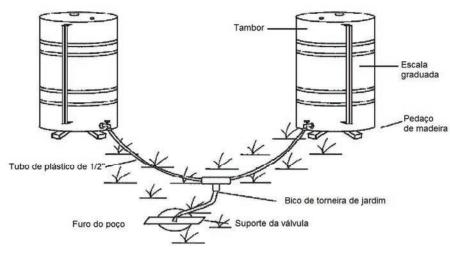


Figura 18 - Esquema de organização de tambores para alimentação com água um teste *pump-in*

Batista e outros (2002)

Princípio: O teste é conduzido dentro de um furo de trado, sendo fixada, na profundidade desejada, uma válvula conectada a um reservatório calibrado, onde o volume de água consumido é medido.

Diferentemente do teste *Pump-out*, mede-se a água que é infiltrada na seção do perfil em avaliação, utilizando equipamentos que possibilitem a introdução de água na seção desejada, a sua medição, estabilização e alimentação. Para tanto, são empregados tambores grandes calibrados (Figura 18) para suprimento de água, mangueiras, válvulas e boias (Foto 142).

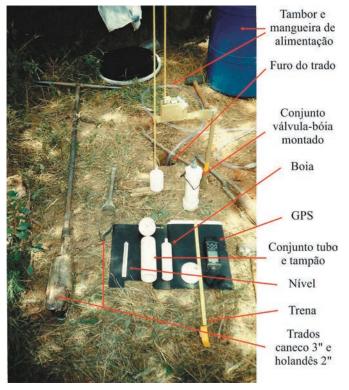


Foto 142 - Equipamentos e execução de teste de condutividade hidráulica em ausência do lençol freático (pump-in). Foto: Glailson Barreto Silva.



Número de testes: Deve-se fazer, de um modo geral, dois a três testes com repetição, para cada camada ou horizonte de solo a ser estudado. Ao nível de projeto executivo, é recomendável conduzir de 2 a 3 testes para cada 5 a 25 hectares, o que vai depender também da extensão da área e da uniformidade das ocorrências de solo.

Preparação da boia: Uma maneira simples e prática de preparar uma boia para teste de furo de trado consiste do seguinte material:

- a) um pedaço de tubo de plástico (50mm) de PVC rígido e parede delgada, com 15 a 20cm de comprimento;
- b) dois tampões de PVC rígido (50mm);
- c) uma válvula completa, de ½ polegada, do tipo usado em caixa d'água doméstica; e
- d) um bico de torneira de jardim de metal.
 - perfura-se um dos tampões de PVC e a ele fixa-se a válvula de ½ polegada;
 - o outro tampão é perfurado com broca fina, para apresentar aspecto de chuveiro, sendo a seguir fixado ao tubo;
 - o braço ou alavanca da boia é cortado e fixado em linha com a parte móvel da boia.

O conjunto deve ser ajustado para que o curso da parte móvel da válvula seja suficiente para liberar o máximo de água sem sair da cavidade guia.

Observações: Na computação dos valores de condutividade hidráulica podem ser utilizadas fórmulas ou nomógrafos, obtendo-se os valores em litros por hora ou em metros cúbicos por dia.

O período de condução do teste é de no mínimo seis (6) horas, considerando-se que deve ser alcançado o estado de saturação do solo nas imediações da zona testada.

O teste não deve ser conduzido próximo a áreas de formigueiros ativos ou inativos, devido à possibilidade de haver influência nos resultados.

1.2.4.3 Avaliação da qualidade da água para irrigação

É definida em função de três características: salinidade em sentido restrito, sodicidade e toxicidade. A grande preocupação deve ser com seus efeitos no solo, na cultura e no manejo da irrigação, e cujo conhecimento é necessário para controlar ou compensar os problemas relacionados.

O Bureau of Reclamation, dos Estados Unidos (LAND...,1953), desenvolveu um diagrama que estabelece o risco à irrigação em função basicamente de dois fatores: a Razão de Adsorção de Sódio ou SAR (Sodium Adsorption Ratio - SAR) e o teor total de sais da água, estimado a partir de sua Condutividade Elétrica (C). O diagrama consiste de um gráfico semilogarítmico (Figura 19), onde são plotados os valores da Condutividade Elétrica (abscissas) e do SAR, sendo este calculado a partir da seguinte expressão:

$$\mathbf{SAR} = \frac{Na}{\sqrt{\frac{\left(Ca + Mg\right)}{2}}}$$



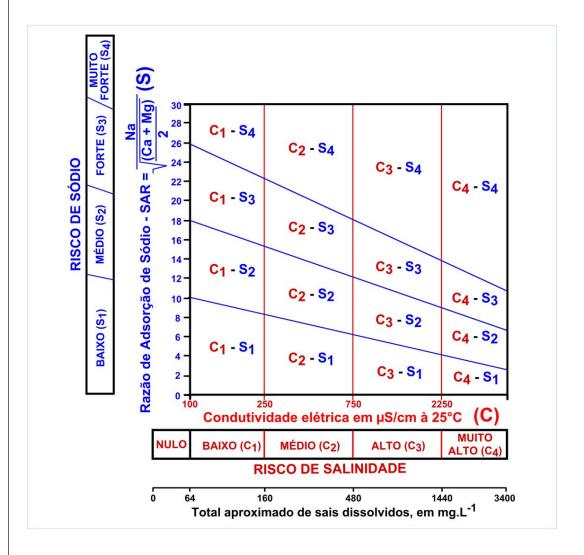


Figura 19 - Gráfico de classificação das águas para irrigação

Land classification (1953)

Parte 2 Taxonomia e Classificação dos Solos

2.1 Taxonomia de solos

A caracterização do solo tem como maiores objetivos a sua classificação e delimitação cartográfica. Depois de descritos e caracterizados, os solos deverão ser classificados ou enquadrados em sistemas taxonômicos organizados com este propósito.

A classificação de um solo em um sistema taxonômico implica em fazer o seu enquadramento com base em critérios e características diversas estabelecidas como diagnósticas.

Um sistema taxonômico é antes de tudo uma forma de comunicação. Utiliza nomenclatura própria para expressar algumas características, ou um grupo delas, escolhidas ou eleitas como importantes para determinado fim ou funcionamento.

No Brasil, vem sendo desenvolvido um sistema de classificação denominado Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (SIS-

TEMA..., 2013), doravante referido apenas como **SiBCS**, organizado com o propósito de atender às condições de clima tropical a que está submetida a maior parte do País, e que se encontra estruturado até o seu quinto nível categórico.

2.1.1 Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS

Uma das principais características do SiBCS (Foto 143) é ser um sistema aberto e portanto sujeito a constantes modificações a título de complementações e aperfeiçoamentos. Logo, as informações e conceitos constantes nesta obra são relativos ao vigente na época de sua publicação.

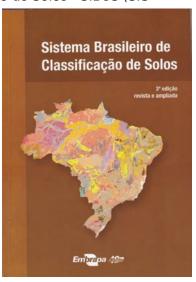


Foto 143 - Reprodução da capa do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS.



2.1.1.1 Trajetória Evolutiva do SiBCS

Classificação de solos no Brasil tem sido matéria de interesse, essencialmente motivada pela necessidade decorrente de levantamentos pedológicos, os quais, por sua natureza, constituem gênero de trabalho indutor de classificação de solos.

A classificação pedológica nacional vigente consiste numa evolução do antigo sistema americano, formulado por Baldwin, Kellogg e Thorp (1938), modificada por Thorp e Smith (1949). Esta classificação, que veio a ser nacionalizada, tem sua base fundada, em essência, nos conceitos centrais daquele sistema americano, contando, porém, com o amparo complementar de exposições elucidativas de conceitos e critérios, como foram proporcionados por algumas obras-chave.

Os conceitos centrais do antigo sistema americano formam a base da atual classificação brasileira transmudada, cuja esquematização atual descende de modificações de critérios, alteração de conceitos, criação de classes novas, desmembramento de algumas classes originais e formalização de reconhecimento de subclasses de natureza transicional ou intermediárias. O processo foi sempre motivado pela apropriação das modificações às carências que se iam revelando, com a realização de levantamentos em escalas médias e pequenas, em que concorriam classes de categorias hierárquicas mais elevadas. O enfoque principal sempre esteve dirigido ao nível hierárquico de grandes grupos de solos, aliado ao exercício da criatividade tentativa no que corresponde ao nível de subgrupo, posto que classes dessa categoria nunca foram estabelecidas no sistema primitivo de Baldwin, Kellogg eThorp (1938) eThorp e Smith (1949).

O SiBCS é uma prioridade nacional compartilhada com várias instituições de ensino e pesquisa no Brasil, desde as primeiras tentativas de organização, a partir da década de 1970, conhecidas como aproximações sucessivas, buscando definir um sistema hierárquico, multicategórico e aberto, que permita a inclusão de novas classes, e que torne possível a classificação de todos os solos existentes no Território Nacional.

No período entre 1978 e 1997, foram elaboradas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa as seguintes aproximações do SiBCS: 1ª aproximação (1980), 2ª aproximação (1981), 3ª aproximação (1988) e 4ª aproximação (1997), compreendendo discussões, organização, circulação de documentos para crítica e sugestões, assim como a divulgação entre participantes e a comunidade científica em geral.

No ano de 1999, no decorrer do XXVII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, promovido pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - SBCS e realizado em Brasília (DF), foi apresentado à comunidade científica o SiBCS, em sua versão primeira. Em meados de 2006 foi lançada a sua 2ª edição e em agosto de 2013 foi lançada a 3ª edição revista e ampliada.

A seguir serão mostradas de forma sintética as principais características do SiBCS, conforme a sua última edição (2013).

2.1.1.2 A estrutura do SiBCS

O Sistema caracteriza-se por ser multicategórico, hierárquico e aberto. Dentro desta concepção, foi estruturado em seis níveis categóricos, como mostrado a seguir:



2.1.1.2.1 1º Nível categórico - ORDENS

O 1º nível tem hoje individualizadas 13 classes, separadas por critérios como: presença ou ausência de atributos, horizontes diagnósticos ou propriedades passíveis de serem identificadas no campo, mostrando diferenças no tipo e grau de desenvolvimento de um conjunto de processos que atuaram na formação do solo. A nomenclatura adotada para este nível, empregou prefixos/termos consagrados em taxonomia de solos, conjugados com a terminação **ssolo**.

No Quadro 13, constam as denominações das classes empregadas neste nível, a etimologia dos termos empregados de acordo com o *Mapa mundial de suelos: leyenda revisada* (1990), e as características associadas no SiBCS.

Quadro 13 - Etimologia dos termos usados no 1º nível categórico do SiBCS e principais características associadas

Nomenclatura	Etimologia	Características associadas
ARGISSOLOS	Do latim <i>argilla</i> , conotando solos com processo de acumulação de argila.	Horizonte B textural
CAMBISSOLOS	Do latim <i>cambiare</i> , trocar; conotativo de solos em formação (transformação).	Horizonte B incipiente
CHERNOSSOLOS	Do russo <i>chern</i> , negro; conotativo de solos ricos em matéria orgânica, com coloração escura.	A chernozêmico. Preto, rico em bases
ESPODOSSOLOS	Do grego <i>spodos</i> , cinza vegetal, solos com horizonte de acumulação de materiais orgânicos e outros.	Horizonte B espódico
GLEISSOLOS	Do russo <i>gley</i> , massa de solo pastosa; conotativo de excesso de água.	Horizonte glei
LATOSSOLOS	Do latim <i>lat</i> , material altamente alterado (tijolo); conotativo de elevado conteúdo de sesquióxidos.	Horizonte B latossólico
LUVISSOLOS	Do latim <i>luere</i> , lavar; conotativo de acumulação de argila.	Saturado. Acumulação de argila. Ta (alta atividade)
NEOSSOLOS	Do grego <i>néos</i> , novo, moderno; conotativo de solos jovens, em início de formação.	Pequeno desenvolvimento
NITOSSOLOS	Do latim <i>nitidus</i> , brilhante; conotativo de superfícies brilhantes em unidades estruturais.	
ORGANOSSOLOS	Do grego <i>organikós</i> , pertinente ou próprio dos compostos de carbono. Conotativo de solos de constituição orgânica, ambientes de grande umidade.	Horizonte H ou O hístico
PLANOSSOLOS	Do latim planus, plano, horizontal: conotativo de solos	
PLINTOSSOLOS	Do grego <i>plinthos</i> , ladrilho; conotativo de materiais argilosos, coloridos, que endurecem quando expostos.	Horizonte plíntico
VERTISSOLOS	Do latim <i>vertere</i> ; conotativo de movimento na superfície do solo (expansão/contração).	Horizonte vértico

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

2.1.1.2.2 2º Nível categórico - SUBORDENS

No 2° nível categórico, as classes foram separadas por propriedades ou características diferenciais que:

 Refletem a atuação de outros processos de formação que agiram junto ou afetaram os processos dominantes, cujas características foram utilizadas para separar os solos no 1º nível categórico;



- Ressaltam as características responsáveis pela ausência de diferenciação de horizontes diagnósticos; ou
- Envolvem propriedades resultantes da gênese do solo e que são extremamente importantes para o desenvolvimento das plantas e/ou para outros usos não agrícolas e que tenham grande número de propriedades acessórias; ou
- Ressaltam propriedades ou características diferenciais que representam variações importantes dentro das classes do 1º nível categórico.

No Quadro 14, estão relacionados os principais termos empregados no 2º nível categórico com o seu significado ou as características associadas.

Quadro 14 - Principais termos empregados no 2º nível categórico e o seu significado ou as características associadas

Nomenclatura	Características associadas
AMARELO, ACINZENTADO, BRUNO-ACINZENTA- DO, BRUNO, VERMELHO, VERMELHO-AMARELO	– Cores do Solo
ARGILÚVICO	– B textural ou caráter argilúvico
CRÔMICO	– Caráter crômico
EBÂNICO	- Caráter ebânico
FERRILÚVICO, HUMILÚVICO E FERRI- HUMILÚVICO	- Tipos de horizonte espódico (Bs, Bh ou Bhs, respectivamente)
FLÚVICO	- Caráter flúvico
FÓLICO	– Horizonte hístico + contato lítico
HÁPLICO	 Quando empregado, se refere a todos os demais solos não distinguidos nas classes precedentes
HIDROMÓRFICO	– Restrição de drenagem (presença de horizonte glei)
HÍSTICO	Horizonte hístico
HÚMICO	– Horizonte A Húmico
LITÓLICO	– Contato lítico dentro de 50cm da superfície
MELÂNICO	- Horizontes hístico, húmico, proeminente e chernozêmico
NÁTRICO	- Caráter sódico
PÉTRICO	- Horizonte litoplíntico ou concrecionário
QUARTZARÊNICO	– Textura arenosa desprovida de minerais alteráveis
REGOLÍTICO	 A, C + contato lítico além de 50cm da superfície + 4% de minerais alteráveis ou 5% de fragmentos de rocha
RÊNDZICO	 A chernozêmico coincidindo com caráter carbonático ou horizonte cálcico ou A chernozêmico com mais de 15% de CaCO₃ equivalente, mais contato lítico
SÁLICO	- Caráter sálico
TIOMÓRFICO	– Horizonte sulfúrico e, ou, materiais sulfídricos

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

2.1.1.2.3 3º Nível categórico - GRANDES GRUPOS

No 3º Nível Categórico, as classes foram separadas por uma ou mais das seguintes características:

- -Tipo e arranjamento dos horizontes;
- Atividade de argila; condição de saturação do complexo sortivo por bases ou por alumínio, ou por sódio e/ou por sais solúveis; e



- Presença de horizontes ou propriedades que restringem o desenvolvimento das raízes e afetam o movimento da água no solo.

No Quadro 15, estão relacionados os principais termos empregados no 3º nível categórico com o seu significado ou as características associadas.

Quadro 15 - Principais termos empregados no 3º nível categórico e o seu significado ou as características associadas

Nomenclatura	Características associadas
Ácrico, Acriférrico	– Caráter ácrico e caráter ácrico + teor de ferro
Alítico	- Caráter alítico
Alumínico, Aluminoférrico	– Caráter alumínico e caráter alumínico + teor de ferro
Ta Distrófico, Ta Eutrófico, Tb Distrófico, Tb Eutrófico	– Atividade da argila e saturação por bases
Carbonático	– Caráter carbonático ou horizonte cálcico
Concrecionário	– Horizonte concrecionário
Distrocoeso, Eutrocoeso	– Saturação por bases + caráter coeso
Distrófico, Eutrófico, Distroférrico, Eutroférrico	- Saturação por bases e saturação por bases + teor de ferro
Distro-úmbrico, Eutro-úmbrico	– Saturação por bases + horizonte A proeminente
Férrico, Perférrico	- Teor de ferro
Fíbrico, Hêmico, Sáprico	– Grau de decomposição do material orgânico
Hidromórfico	Lençol freático elevado na maior parte do ano, na maioria dos anos
Hidro-Hiperespesso	 Lençol freático elevado e B espódico a profundidade superior a 200cm
Hiperespesso	– Horizonte espódico a profundidade superior a 200cm
Húmico, Hístico	– Horizonte A húmico e horizonte hístico
Lítico	– Contato lítico dentro de 50cm da superfície
Litoplíntico	- Horizonte litoplíntico
Órtico	 Quando empregado, se refere a todos os demais solos não distinguidos nas classes precedentes
Pálico	- A + B (exceto BC) > 80cm
Psamítico	- Textura arenosa
Petrocálcico	- Solos com horizonte petrocálcico
Sálico	– Caráter sálico
Sódico	– Caráter sódico

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

2.1.1.2.4 4º Nível categórico - SUBGRUPOS

No 4° Nível Categórico, as classes foram separadas por uma das seguintes características:

- Representam o conceito central da classe (é o exemplar típico);
- Representam os intermediários para o 1º, 2º ou 3º níveis categóricos;
- Representam os solos com características extraordinárias.



Quadro 16 - Principais termos empregados no 4º nível categórico e o seu significado ou as características associadas

Nomenclatura	Características associadas
Abrúptico	– Mudança textural abrupta
Antrópico	- Horizonte A antrópico
Arênico	– Textura arenosa
Argissólico	– B textural e, ou, relação textural e cerosidade
Cambissólico	B incipiente ou características de desenvolvimento incipiente
Carbonático	- Caráter carbonático ou horizonte cálcico
Chernossólico, Húmico, Antrópico, Úmbrico	– Tipos de horizonte A
Dúrico	– Ortstein, duripã
Êndico	Horizonte concrecionário ou litoplíntico ocorrendo na parte interna do solo
Epirredóxico	- Caráter redóxico dentro dos 50cm da superfície do solo
Endorredóxico	– Caráter redóxico abaixo de 50cm e acima de 150cm da super- fície do solo
Espessarênico	– Textura arenosa x profundidade
Espesso	– Profundidade de A + E
Espodossólico	B textural com acúmulo iluvial de carbono orgânico e alumínio com ou sem ferro, insuficiente para B espódico
Êutrico	– pH e S altos
Fragmentário	- Contato lítico fragmentário
Fragipânico	– Presença de fragipã
Gleissólico	- Horizonte glei ou mosqueados de oxidação e redução
Hipocarbonático	– Com caráter hipocarbonático
Latossólico	- Horizonte B latossólico, características latossólicas
Léptico	- Contato lítico entre 50 e 100cm
Lítico	– Contato lítico < 50cm da superfície
Luvissólico	– B textural Ta
Neofluvissólico	– Caráter flúvico
Nitossólico	- B nítico e/ou características intermediárias para Nitossolos
Organossólico	- Horizonte hístico < 40cm
Petroplíntico	- Caráter ou horizonte concrecionário e caráter ou horizonte litoplíntico
Plácico	– Horizonte plácico
Planossólico	B textural com mudança textural abrupta e sem cores para B plânico ou, B plânico em posição não diagnóstica para Planossolos
Plintossólico	- Caráter ou horizonte plíntico
Psamítico	- Textura arenosa
Retráticos	– Solos com caráter retrátil
Rúbrico	– Cárater rúbrico
Sálico	- Caráter sálico
Salino	– Caráter salino
Saprolítico	Horizonte C ou Cr dentro de 100cm e sem contato lítico dentro de 200cm da superfície
Sódico	- Caráter sódico
Solódico	- Caráter solódico
Sômbricos	– Solos com caráter sômbrico
Térrico	– Material mineral (A ou Cg) dentro de 100cm da superfície
Tiônico	- Horizonte sulfúrico ou material sulfídrico
Típico	 Empregado para a classe que não apresenta características extraordinárias ou intermediárias para outras classes. Repre- senta o conceito central
Vertissólico	– Horizonte vértico ou caráter vértico.
	I.

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.



O 5° e o 6° níveis categóricos são utilizados para atender às funções pragmáticas. As características diferenciais e propriedades que afetam o uso e o manejo do solo para fins diversos devem ser priorizadas para a classificação nesses dois níveis categóricos.

A 3ª edição do SiBCS (SISTEMA..., 2013) relaciona características dos solos a serem empregadas na definição de classes de solos ao nível de famílias e adianta algumas para serem empregadas ao nível de séries, conforme a seguir.

2.1.1.2.5 5º Nível categórico - FAMÍLIAS

A seguir, são apresentadas características/propriedades a serem empregadas na classificação de solos no 5º nível categórico. Deverão ser usadas nos casos em que houver pertinência, ou seja, naqueles requeridos pelas classes no 4º nível, quer seja em complementação a informações fornecidas nos níveis categóricos mais elevados, quer seja adicionando novas informações relevantes para fins utilitários.

É importante observar que não há obrigatoriedade de uso e que nem todas as características/propriedades são aplicáveis a todas as classes de solos. O seu uso deve ser definido pelas especificidades do levantamento de solos e sempre que os dados estiverem disponíveis ou as análises se façam necessárias. As características diferenciais devem ser separadas por vírgula na classificação dos solos.

Solos minerais

São sugeridas as seguintes características:

- 1) <u>Grupamento textural</u> empregar conforme caracterização constante no item 2.2.1.1.38;
- 2) <u>Subgrupamento textural</u> empregar conforme caracterização constante no item 2.2.1.1.51;

Observação: Deve ser utilizado em substituição ao grupamento textural quando informações mais detalhadas se fizerem necessárias. Pode ser registrado em notação simples, binária ou ternária.

- Distribuição de cascalhos no perfil empregar conforme caracterização constante no item 2.2.1.1.35;
- 4) <u>Constituição esquelética</u> empregar conforme caracterização constante no item 2.2.1.1.32;
- 5) <u>Tipo de horizonte diagnóstico superficial</u> empregar conforme caracterização constante no item 2.2.1.3;
- 6) Prefixos epi (...) e endo (...) empregar conforme caracterização no item 2.2.1.1.46;
- 7) <u>Saturação por alumínio</u> utiliza-se o termo álico quando a saturação por alumínio [(100 Al³+/(S + Al³+)] é \geq 50%, associada a um teor de alumínio extraível > 0,5cmol $_{\rm c}$. kg $^{-1}$ de solo;

Observação: Deve ser aplicado na denominação da classe onde o caráter alítico ou alumínico ainda não tenha sido aplicado em nível categórico mais alto. Se pertinente utilizar também os prefixos epi e endo.



 Mineralogia - refere-se à qualificação e à quantificação da constituição mineralógica das frações areia (grossa e fina), silte e argila;

A qualificação mineralógica é definida pela predominância dos minerais constituintes do solo, sendo utilizados os termos e definições abaixo:

- a) nas frações grosseiras dos solos (≥ 0,05mm de diâmetro), sugerem-se as seguintes classes: **micáceo**, **anfibolítico**, **feldspático** e **silicoso** conforme critérios constantes no item 2.2.1.1.42; e
- b) nas frações < 0,002mm (minerais da fração argila), sugerem-se as seguintes classes: cauliníticos, gibbsíticos e oxídicos conforme critérios constantes no item 2.2.1.1.29.
- 9) <u>Subgrupamentos de atividade da fração argila</u> critério aplicado para classes onde a separação subsequente da atividade de argila é relevante, mesmo aquelas que, por definição, sejam de atividade baixa (Latossolos) ou alta (Chernossolos, Luvissolos e Vertissolos). Os critérios a serem empregados encontram-se relacionados no item 2.2.1.1.50; e

Observação: Esta característica deve ser considerada na maior parte do horizonte B (inclusive BA) ou no horizonte C (inclusive CA), quando não existe B, dentro da seção de controle que define a classe. Utilizar o símbolo para definir o subgrupamento de atividade da argila na classificação do solo. Este critério não deve ser utilizado para solos das classes de textura areia e areia franca.

10) <u>Teor de óxidos de ferro</u> - deve ser aplicado na denominação das classes em que este caráter ainda não tenha sido considerado em nível categórico mais alto. Os critérios a serem empregados encontram-se relacionados no item 2.2.1.1.52.

Solos de constituição orgânica - Organossolos

São sugeridas as seguintes características:

- 1) <u>Natureza e textura do material subjacente ao material orgânico</u> exemplo: areia, silte, argila e origem dos sedimentos;
- 2) <u>Espessura da camada orgânica</u> sugere-se separar as classes cuja espessura da(s) camada(s) se estenda(m) a profundidades superiores a 100cm;
- 3) <u>Presença de galhos, troncos ou outros materiais</u> que constituam impedimentos físicos ao seu manejo, devem ser empregados como critério de separação; e

Observação: Estimar a proporção do material presente em termos do volume do horizonte onde ele ocorre utilizando classes **lenhosas**, **muito lenhosas** e **extremamente lenhosas**, à semelhança do utilizado para qualificar as classes de pedregosidade (item 2.2.1.6.6).

4) <u>Algumas características diferenciais utilizadas para solos minerais</u> - quando o material subjacente, dentro da seção de controle for de constituição mineral.

2.1.1.2.6 6º Nível categórico - SÉRIES

Constitui matéria ainda em discussão. A função do 6º nível categórico é pragmática. A definição das classes do 6º nível deve ser baseada em características diretamente relacionadas com o crescimento das plantas, principalmente, no que concerne ao desenvolvimento do sistema radicular, relações solo-água-planta e propriedades importantes nas interpretações nas áreas de Engenharia e Geotecnia.



As diferenças de características e propriedades, dentro de uma mesma família, que afetam o uso e o manejo do solo devem ser consideradas na definição do 6º nível, para facilitar interpretações quantitativas sobre o uso e manejo dos solos, seja agrícola ou não agrícola.

Solos minerais

Em solos de constituição mineral, o 6º nível poderá ser informado ou definido utilizando-se as seguintes características e propriedades, ou melhor, as especificidades de alguns solos associadas às seguintes características:

- Tipo, espessura e arranjamento dos horizontes;
- Estrutura;
- Cor, mosqueado;
- Drenagem interna do perfil;
- Fase de substrato;
- Classe textural:
- Consistência;
- Teor de matéria orgânica;
- Percentagem de fragmentos de rocha;
- Relações proporcionais entre determinados componentes da tfsa;
- Atributos relacionados com a disponibilidade de água e ar; e
- Características especiais pedogenéticas ou decorrentes do uso do solo.

Solos de constituição orgânica - Organossolos

- Espessura;
- Classes de grau de decomposição;
- Teor de fibras;
- Presença do lençol freático;
- Profundidade de ocorrência e espessura do substrato mineral na seção de controle; e
- Ocorrência de fragmentos vegetais (galhos, troncos, etc.).

2.1.1.3 Observações gerais sobre o emprego do SiBCS (nota dos editores)

O SiBCS é um sistema aberto porque permite a inclusão de novas classes na medida em que estas sejam identificadas e caracterizadas, com o desenvolvimento de trabalhos de maior detalhe.

É consenso entre os membros do Comitê Executivo que atributos diagnósticos extraordinários ou intermediários já reconhecidos em nível de Subgrupo podem ser utilizados com mais liberdade em outros Grandes Grupos, onde não constem suas ocorrências, isto é, um Subgrupo existente em algum Grande Grupo pode ser utilizado em outro Grande Grupo quando necessário. Portanto, em trabalhos de levantamento de solos e correlatos, que lançam mão da classificação taxonômica de solos, podem ser inseridas novas classes apenas no quarto nível categórico (subgrupo), desde que mantenham uma lógica com o Sistema e já estejam relacionadas com as classes afins, devendo ser enviado ao Comitê Executivo uma cópia do perfil, para que esta nova classe possa ser incorporada ao Sistema.



Para evitar um número excessivo de classes de solos no 4º nível categórico, para a maioria das Ordens, optou-se por listar apenas as classes simples, ou seja, aquelas com uma única característica ou atributo, deixando-se de relacionar as classes com mais de um (abrúpticos solódicos, por exemplo). Ao classificar um solo é facultada ao classificador a liberdade de juntar ou fazer as combinações necessárias em cada caso, logicamente as já relacionadas no Sistema, admitindo-se o máximo de três combinações, listadas em ordem de importância taxonômica (salinos, solódicos, argissólicos, por exemplo).

Por sua vez, quando da montagem de uma legenda de um mapa, por ocasião de relacionar ou listar os componentes de uma Unidade de Mapeamento, se coexistirem naquela unidade, unidades taxonômicas distintas apenas ao nível de Subgrupo, estas classes podem ser relacionadas juntas, separadas pela letra "e" ou por vírgula, ficando em primeiro lugar a mais expressiva geograficamente (LATOSSOLO AMARELO Distrófico plíntico e típico, por exemplo).

2.1.1.4 Formas de grafia das denominações empregadas no SiBCS

Com relação à forma de grafia das denominações das classes de solos, duas situações devem ser consideradas:

a) Tabelas de descrição de perfis e listagem de legendas de mapas e relatórios de solos - fica convencionado que as classes dos 1º e 2º níveis categóricos deverão ser integralmente grafadas com caixa alta, as de 3º nível com a 1º letra maiúscula e as demais minúsculas e a partir deste nível todas em minúsculas; e

Como já mencionado, um solo pode ser enquadrado simultaneamente em mais de uma classe no 4º nível categórico, que devem ser separadas por vírgula e relacionadas com a ordem alfabética, conforme exemplo abaixo.

ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrúptico, plintossólico.

As características empregadas no 5º nível categórico (família) devem ser adicionadas à designação do 4º nível categórico (subgrupo), com letras minúsculas e separadas por vírgula, das classes do 4º nível e entre si, conforme exemplo abaixo:

LATOSSOLO AMARELO Ácrico petroplíntico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, endoconcrecionário, gibbsítico - oxídico, hipoférrico

b) *Outros casos* - é facultada a adoção de outra forma de grafia, quando a classe de solo estiver mencionada dentro de textos ou em outras situações.

Nestes casos, pode-se usar, por exemplo, caixa alta e baixa até o 3º nível e o restante em caixa baixa, conforme abaixo:

Latossolo Amarelo Ácrico petroplíntico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, endoconcrecionário, gibbsítico - oxídico, hipoférrico



Para possibilitar comparação e facilitar o resgate de informações a partir de mapas de solos elaborados anteriormente ao SiBCS, no Quadro 17 é apresentada uma correlação aproximada entre as classes de solos do 2º nível categórico e a classificação anterior.

Quadro 17 - Correlação entre as subordens do SiBCS e a classificação utilizada anteriormente

Sistema Brasileiro de Classificação de Solos				
Ordens	Subordens	- Classificação anterior		
Ordono	BRUNO-ACINZENTADO	Podzólico Bruno-Acinzentado		
	ACINZENTADO	Podzólico Acinzentado		
	AMARELO	Podzólico Amarelo		
	AWAILLO	Podzólico Vermelho-Escuro com argila de atividade baixa (Tb)		
ARGISSOLOS	VERMELHO	Terra Roxa Estruturada Similar e Terra Roxa Estruturada, com gradiente textural		
		Rubrozém (parte)		
	VERMELHO-AMARELO	Podzólico Vermelho-Amarelo Rubrozém (parte)		
	HÚMICO	Cambissolos com A húmico		
		Cambissolos de sedimentos Aluviais		
CAMBISSOLOS	FLÚVICO	Solos Aluviais (parte)		
	HÁPLICO	Demais Cambissolos, exceto com A chernozêmico, eutrófico e argila de atividade alta (Ta)		
	RÊNDZICO	Rendzina		
	EBÂNICO	Brunizém (parte)		
	EBANICO	Brunizém Hidromórfico		
CHERNOSSOLOS	ARGILÚVICO	Podzólico Vermelho-Amarelo com argila de atividade alta (Ta)		
		Brunizém Avermelhado		
	HÁPLICO	Brunizém (parte)		
		Parte dos Cambissolos com argila de atividade alta (Ta)		
	HUMILÚVICO	Podzol Hidromórfico com Bh		
ESPODOSSOLOS	FERRILÚVICO	Podzol Hidromórfico com Bs		
ESPODOSSOLOS	FERRILOVICO	Podzol com Bs		
	FERRI-HUMILÚVICO	Podzol Hidromórfico com Bsh Podzol com Bsh		
	TIOMÓRFICO	Glei Tiomórfico		
	SÁLICO	Solonchak com horizonte glei		
		Glei Húmico		
GLEISSOLOS	MELÂNICO	Gleissolos com horizonte H, A húmico, A chernozêmico e A proeminente		
		Hidromórfico Cinzento sem mudança textural abrupta		
	HÁPLICO	Hidromórfico Cinzento sem mudança textural abrupta		
	TIAI LIGO	Glei Pouco Húmico com horizonte A moderado		
	BRUNO	Latossolo Bruno		
		Latossolo Variação Una		
	AMARELO	Latossolo Amarelo		
		Latossolo Variação Una		
LATOSSOLOS	VERMELHO	Latossolo Vermelho-Escuro		
		Latossolo Roxo		
		Latossolo Ferrífero		
	VERMELHO-AMARELO	Latossolo Vermelho-Amarelo		
		Latossolo Variação Una		



Quadro 17 - Correlação entre as subordens do SiBCS e a classificação utilizada anteriormente

(conclusão)

O' + D '' '	1 01 15 ~ 1 0 1	(conclusão)	
Sistema Brasileiro de Classificação de Solos		Classificação anterior	
Ordens	Subordens	, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	
		Bruno Não Cálcico	
		Parte de Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico com argila de	
	CRÔMICO	atividade alta (Ta)	
		Podzólico Vermelho-Escuro eutrófico com argila de	
LUVISSOLOS		atividade alta (Ta)	
LOVIDUOLOU		Podzólico Acinzentado eutrófico com argila de atividade alta (Ta)	
		Parte de Podzólico Vemelho-Amarelo eutrófico com argila de	
	HÁPLICO	atividade alta (Ta)	
		Podzólico Bruno-Acinzentado eutrófico com argila de	
		atividade alta (Ta)	
	LITÓLICO	Solos Litólicos	
		Litossolos	
	FLÚVICO	Solos Aluviais	
NEOSSOLOS	REGOLÍTICO	Regossolos	
		Areias Quartzosas	
	QUARTZARÊNICO	Areias Quartzosas Hidromórficas	
		Areias Quartzosas Marinhas	
	BRUNO	Terra Bruna Estruturada	
		Terra Bruna Estruturada intermediária para Terra Roxa Estruturada	
		Terra Roxa Estruturada	
	VERMELHO	Terra Roxa Estruturada Similar	
NITOSSOLOS		Podzólico Vermelho-Escuro com argila de atividade baixa (Tb)	
		Terra Vermelha-Brunada	
	HÁPLICO	Rubrozém (parte)	
		Outras Terras Podzólicos Vermelho-Amarelos com baixa relação textural e	
	TIAI LIGO	argila de atividade baixa (Tb)	
	TIOMÓRFICO	Solos Tiomórficos de constituição orgânica (turfosos)	
	FÓLICO	Solos Litólicos (turfosos)	
ORGANOSSOLOS		Solos Semi-Orgânicos	
	HÁPLICO	Solos Orgânicos	
	NÁTRICO	Solonetz Solodizado	
PLANOSSOLOS	(Planossolos	
	HÁPLICO	Hidromórfico Cinzento com mudança textural abrupta	
		Solos Concrecionários Lateríticos	
	PÉTRICO	Solos Concrecionários	
	TETHICO	Concrecionários Lateríticos e Concrecionários Indiscriminados	
		Latossolos Concrecionários (parte)	
	4 B O U 1'N 11 O O	Plintossolos	
	ARGILÚVICO	Lateritas Hidromórficas com B textural	
PLINTOSSOLOS		Podzólicos plínticos (parte)	
		Glei Húmico e Glei Pouco Húmico plíntico com	
		horizonte glei < 100 cm da superfície	
	HÁPLICO	Latossolos plínticos (parte)	
		Cambissolos plínticos (parte)	
		Outras Lateritas Hidromórficas	
	LUDDOMÓDEIGO	Outros Plintossolos	
	HIDROMÓRFICO	Vertissolos Hidromórficos	
VERTISSOLOS	EBÂNICO	Vertissolos com A e parte do B escurecidos (Campanha Gaúcha)	
	HÁPLICO	Vertissolos de cores mais vivas (cromadas)	

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

O Quadro 18 contém a relação de todas as classes de solos identificadas, do primeiro até o 4º nível categórico (subgrupos) e constantes no SiBCS (SISTEMA..., 2013), bem como a sua simbologia oficial. Constam no mesmo 1 322 classes, sendo 877 no nível de Subgrupos, 198 no de Grandes Grupos, 44 no de Subordens e 13 no de Ordens.

Esta sequência de apresentação (do primeiro até o 3º nível categórico) é a referência para ordenação de legendas de mapas de solos (item 3.2.6.16).



Quadro 18 - Classes de solos do SiBCS (EMBRAPA 2013) até o 4º nível categórico (subgrupos)

	(continua) SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS (3º edição)					
000514	I		ı	, , ,		
ORDEM	SUBORDEM	GRANDE GRUPO		SUBGRUPO		
	BRUNO-	Alíticos	PBACal	abrúpticos, húmicos, úmbricos, típicos		
	ACINZENTADOS	Alumínicos	PBACa	abrúpticos, úmbricos, típicos		
		Distróficos	PBACd	abrúpticos, úmbricos, típicos		
		Distrocoesos	PACdx	arênicos, abrúptico dúricos, abrúptico fragipânicos, abrúpticos, dúricos, fragipânicos, plintossólicos, latossolos, típicos		
	ACINZENTADOS	Distróficos	PACd	arênicos, abrúptico dúricos, abrúptico fragipânicos, abrúpticos, dúricos, fragipânicos, plintossólicos, latossólicos, típicos		
		Eutróficos	PACe	abrúptico, plintossólicos, típicos		
		Alíticos	PAal	abrúptico, plintossólicos, epirredóxicos, endorredóxicos, típicos		
		Alumínicos	PAa	abrúpticos, plintossólicos, epirredóxicos, endorredóxicos, típicos		
	AMARELOS	Distrocoesos	PAdx	arênicos fragipânicos, arênicos, abrúptico solódicos, abrúpticos fragipânicos espodossólicos, abrúpticos fragipânicos, abrúpticos petroplínticos, abrúpticos plintossólicos, abrúpticos espodossólicos, abrúpticos, fragipânicos plácicos, fragipânicos plintossólicos, fragipânicos espodossólicos, fragipânicos planossólicos, fragipânicos, plintossólicos, espodossólicos, planossólicos, latossólicos, epirredóxicos, endorredóxicos, úmbricos, típicos		
		Distróficos	PAd	abrúptico, plintossólicos, úmbricos, típicos		
A R G		Eutrocoesos	PAex	lépticos, plintossólicos planossólicos solódicos, abrúpticos plintossólicos, abrúpticos, fragipânicos, plintossólicos, típicos		
I S		Eutróficos	PAe	solódicos, abrúpticos plintossólicos, abrúpticos, plintossólicos, planossólicos, típicos		
s o		Alíticos	PVal	abrúpticos, plintossólicos, nitossólicos, epirredóxicos, endorredóxicos, típicos		
L O S	VERMELHOS	Alumínicos	PVa	abrúpticos, plintossólicos, epirredóxicos, endorredóxicos, sômbricos, úmbricos, típicos		
		Ta Distróficos	PVvd	abrúpticos, epirredóxicos, endorredóxicos, úmbricos, típicos		
		Distróficos	PVd	espessoarênicos, arênicos, abrúpticos plintossólicos, abrúpticos, plintossólicos, planossólicos, nitossólicos, latossólicos, úmbricos, típicos		
		Eutroférricos	PVef	abrúpticos saprolíticos, abrúpticos, nitossólicos, latossólicos, chernossólicos, típicos		
		Eutróficos	PVe	lépticos, saprolíticos, espessoarênicos, arênicos, abrúpticos plintossólicos solódicos, abrúpticos solódicos, abrúpticos plintossólicos, abrúpticos chernossólicos, abrúpticos, nitossólicos, latossólicos, chernossólicos, típicos		
		Alíticos	PVAal	abrúpticos, plintossólicos, epirredóxicos, endorredóxicos, típicos		
		Alumínicos	PVAa	abrúpticos, plintossólicos, epirredóxicos, endorredóxicos, úmbricos, típicos		
	VERMELHO-	Ta Distróficos	PVAvd	abrúpticos, epirredóxicos, endorredóxicos, úmbricos, típicos		
	AMARELOS	Distróficos	PVAd	espessoarênicos abrúpticos, espessoarênicos, arênicos abrúpticos, arênicos, abrúpticos, petroplínticos, plintossólicos, planossólicos, nitossólicos, latossólicos, úmbricos, típicos		
		Eutróficos	PVAe	abrúpticos lépticos, abrúpticos chernossólicos saprolíticos, abrúpticos plintossólicos, abrúpticos planossólicos, abrúpticos, planossólicos, nitossólicos, latossólicos, típicos		



Quadro 18 - Classes de solos do SiBCS (Embrapa 2013) até o 4º nível categórico (subgrupos)

(continuação				
				ASSIFICAÇÃO DE SOLOS (3ª edição)
ORDEM	SUBORDEM	GRANDE GRUPO		
	HÍSTICOS	Alumínicos	Cla	lépticos, espodossólicos, típicos
		Distróficos	Cld	lépticos, espodossólicos, típicos
		Alíticos	CHal	lépticos, típicos
	,	Aluminoférricos	CHaf	lépticos, espodossólicos, latossólicos, típicos
	HÚMICOS	Alumínicos	СНа	lépticos, espodossólicos, típicos
		Distroférricos	CHdf	lépticos, latossólicos, típicos
		Distróficos	CHd	lépticos, saprolíticos, latossólicos, típicos
		Carbonáticos	CYk	lépticos, vertissólicos, típicos
		Sódicos	CYn	salinos gleissólicos, salinos, típicos
		Sálicos	CYz	gleissólicos, típicos
С	FLÚVICOS	Alumínicos	CYa	gleissólicos, típicos
A		Ta Distróficos	CYvd	gleissólicos, típicos
M B		Ta Eutróficos	CYve	solódicos, vertissólicos, gleissólicos, planossólicos, típicos
I S		Tb Distroficos	CYbd	gleissólicos, típicos
S		Tb Eutróficos	CYbe	gleissólicos, típicos
0 L		Carbonáticos	CXk	lépticos, saprolíticos, solódicos, vertissólicos, típicos
0		Sódicos	CXn	lépticos, vertissólicos, típicos
S		Perférricos	CXj	latossólicos, típicos
		Alíticos	CXal	lépticos, gleissólicos, úmbricos, típicos
		Alumínicos	CXa	lépticos, petroplínticos, plintossólicos, espodossólicos, úmbricos, típicos
		Ta Distróficos	CXvd	lépticos, úmbricos, típicos
	HÁPLICOS	Ta Eutróférricos	CXvef	lépticos, típicos
		Ta Eutróficos	CXve	líticos, lépticos hipocarbonáticos, lépticos, solódicos, vertissólicos, típicos
		Tb Distroférricos	CXbdf	lépticos, típicos
		Tb Distróficos	CXbd	lépticos, petroplínticos, plintossólicos, latossólicos, úmbricos, típicos
		Tb Eutroférricos	CXbef	lépticos, solódicos, vertissólicos, gleissólicos, latossólicos, típicos
		Tb Eutróficos	CXbe	lépticos, plintossólicos solódicos, planossólicos, latossólicos, típicos
		Petrocálcico	MDIk	típicos
•	RÊNDZICOS	Líticos	MDI	típicos
N O S ARGILÚV		Órticos	MDo	saprolíticos, típicos
	EBÂNICOS	Carbonáticos	MEk	vertissólicos, típicos
	25, 111000	Órticos	MEo	vertissólicos, típicos
		Férricos	MTf	saprolíticos, típicos
	ARGILÚVICOS	Carbonáticos	MTk	saprolíticos, abrúpticos, vertissólicos, típicos
		Órticos	МТо	lépticos, saprolíticos, solódicos, abrúpticos, vertissólicos, epirredóxicos, endorredóxicos, típicos
o s		Férricos	MXf	típicos
	HÁPLICOS	Carbonáticos	MXk	lépticos, saprolíticos, vertissólicos, típicos
		Órticos	MXo	lépticos, vertissólicos, típicos



Quadro 18 - Classes de solos do SiBCS (Embrapa 2013) até o 4º nível categórico (subgrupos)

(continuação)

		DIOTERAL DE LOS	100 55 6:	(continuação)
000511			_	ASSIFICAÇÃO DE SOLOS (3ª edição)
ORDEM	SUBORDEM	GRANDE GRUPO Hidrohiperes-	SÍMBOLO	SUBGRUPO
		pessos	EKgu	dúricos, organossólicos, típicos
	HUMILÚVICOS	Hidromórficos	EKg	espessoarênicos, arênicos, dúricos, organossólicos, típicos
_		Hiperespessos	EKu	típicos
E S		Órticos	EKo	espessoarênicos, arênicos, dúricos, fragipânicos, típicos
P 0		Hidrohiperes- pessos	ESgu	dúricos, organossólicos, típicos
D O	FERRILÚVICOS	Hidromórficos	ESg	espessoarênicos, arênicos, dúricos, organossólicos, típicos
s s		Hiperespessos	ESu	típicos
O L		Órticos	ESo	espessoarênicos, arênicos, dúricos, fragipânicos, típicos
o s		Hidrohiperes- pessos	ESKgu	dúricos, organossólicos, típicos
	FERRI-	Hidromórficos	ESKg	espessoarênicos, arênicos, dúricos, organossólicos, típicos
	HUMILÚVICOS	Hiperespessos	ESKu	típicos
		Órticos	ESKo	carbonáticos, arênicos êutricos, êutricos, espessoarênicos, arênicos, dúricos, fragipânicos, típicos
	TIOMÓRFICOS	Húmicos	GJh	sódicos, sálicos, solódicos, típicos
	HOMORFICOS	Órticos	GJo	sódicos, sálicos solódicos, solódicos, organossólicos, antrópicos, típicos
	SÁLICOS	Sódicos	GZn	tiônicos, vertissólicos, argissólicos, típicos
	SALICOS	Órticos	GZo	solódicos, argissólicos, típicos
		Carbonáticos	GMk	lépticos, solódicos, vertissólicos, cambissólicos, neofluvissólicos, típicos
		Sódicos	GMn	salinos, neofluvissólicos, organossólicos, típicos
		Alíticos	GMal	cambissólicos, neofluvissólicos, organossólicos, típicos
G	MELÂNICOS	Alumínicos	GMa	cambissólicos, neofluvissólicos, organossólicos, típicos
L E	WELANICOS	Ta Distróficos	GMvd	lépticos, tiônicos, plintossólicos, cambissólicos, neofluvissólicos, organossólicos, típicos
I S		Ta Eutróficos	GMve	lépticos, solódicos, vertissólicos, luvissólicos, cambissólicos, neofluvissólicos, organossólicos, chernossólicos, típicos
s o		Tb Distróficos	GMbd	petroplínticos, plintossólicos, argissólicos, cambissólicos, neofluvissólicos, organossólicos, típicos
L O		Tb Eutróficos	GMbe	lépticos, salinos, solódicos, plintossólicos, argissólicos, cambissólicos, neofluvissólicos, organossólicos, típicos
S		Carbonáticos	GXk	lépticos, vertissólicos, cambissólicos, neofluvissólicos, típicos
		Sódicos	GXn	salinos, vertissólicos, neofluvissólicos, típicos
		Alíticos	GXal	argissólicos, cambissólicos, neofluvissólicos, típicos
	HÁPLICOS	Alumínicos	GXa	argissólicos, cambissólicos, neofluvissólicos, típicos
	2.000	Ta Distróficos	GXvd	lépticos, argissólicos, cambissólicos, neofluvissólicos, típicos
		Ta Eutróficos	GXve	lépticos, tiônicos, solódicos, vertissólicos, luvissólicos, cambissólicos, neofluvissólicos, típicos
		Tb Distróficos	GXbd	lépticos, petroplínticos, plintossólicos, argissólicos, cambissólicos, neofluvissólicos, típicos
		Tb Eutróficos	GXbe	lépticos, salinos, solódicos, plintossólicos, argissólicos, cambissólicos, neofluvissólicos, típicos



Quadro 18 - Classes de solos do SiBCS (Embrapa 2013) até o 4º nível categórico (subgrupos)

(continuação)

	(continuação SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS (3ª edição)				
ORDEM	SUBORDEM	GRANDE GRUPO		SUBGRUPO	
	COBONDEN	Aluminoférricos	LBaf	rúbricos, típicos	
		Alumínicos	LBa	rúbricos, típicos	
	BRUNOS	Distroférricos	LBdf	rúbricos, típicos	
			-		
		Distróficos	LBd	rúbricos, húmicos, típicos	
		Acriférricos	LAwf	húmicos, típicos	
		Ácricos	LAw	petroplínticos, plintossólicos, húmicos, típicos	
		Alumínicos	LAa	argissólicos, típicos	
	AMARELOS	Distroférricos	LAdf	húmicos, típicos	
		Distrocoesos	LAdx	petroplínticos, plintossólicos, argissólicos, antrópicos, húmicos, típicos	
		Distróficos	LAd	psamíticos, petroplínticos, plintossólicos, argissólicos, antrópicos, húmicos, típicos	
L A		Eutróficos	LAe	argissólicos, típicos	
T 0		Perférricos	LVj	cambissólicos, húmicos, típicos	
s s		Acriférricos	LVwf	petroplínticos, húmicos, típicos	
O L		Ácricos	LVw	petroplínticos, húmicos, típicos	
o s	VEDMELLIOC	Alumínoférricos	LVaf	retráticos, cambissólicos, húmicos, típicos	
	VERMELHOS	Distroférricos	LVdf	retráticos, petroplínticos, plintossólicos, cambissólicos, húmicos, típicos	
		Distróficos	LVd	retráticos úmbricos, petroplínticos, argissólicos, cambissólicos, húmicos, úmbricos, típicos	
		Eutroférricos	LVef	cambissólicos, chernossólicos, típicos	
		Eutróficos	LVe	argissólicos, cambissólicos, chernossólicos, típicos	
		Acriférricos	LVAwf	húmicos, típicos	
		Ácricos	LVAw	petroplínticos, húmicos, típicos	
	VERMELHO-	Alumínicos	LVAa	argissólicos, típicos	
	AMARELOS	Distroférricos	LVAdf	argissólicos, cambissólicos, típicos	
		Distróficos	LVAd	plintossólicos, petroplínticos, argissólicos, cambissólicos, húmicos, úmbricos, típicos	
		Eutróficos	LVAe	argissólicos, cambissólicos, típicos	
		Carbonáticos	TCk	vertissólicos, planossólicos, típicos	
L U V I S S	CRÔMICOS	Pálicos	ТСр	saprolíticos, arênicos, abrúpticos, vertissólicos, petroplínticos, abrúpticos plintossólicos, planossólicos, cambissólicos, típicos	
		Órticos	TCo	líticos, salinos, vertissólicos solódicos, planossólicos solódicos, solódicos, planossólicos vertissólicos, vertissólicos planossólicos, típicos	
L O S	HÁPLICOS	Pálicos	ТХр	hipocarbonáticos, plintossólicos solódicos, abrúpticos plintossólicos, abrúpticos, fragipânicos plintossólicos, plintossólicos, típicos	
-		Órticos	TXo	planossólicos, típicos	



Quadro 18 - Classes de solos do SiBCS (Embrapa 2013) até o 4º nível categórico (subgrupos)

(continuação)

(continuação SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS (3º edição)				
ORDEM	SUBORDEM	GRANDE GRUPO	SIMBOLO	SUBGRUPO
		Hísticos	RLi	típicos
		Húmicos	RLh	espodossólicos, típicos
		Carbonáticos	RLk	fragmentários, típicos
	LITÓLICOS	Chernossólicos	RLm	fragmentários, típicos
	ENGLICOG	Distroúmbricos	RLdh	fragmentários, típicos
		Distróficos	RLd	fragmentários, típicos
		Eutroúmbricos	RLeh	fragmentários, típicos
		Eutróficos	RLe	fragmentários, típicos
		Carbonáticos	RYk	típicos
N		Sódicos	RYn	sálicos, salinos, vertissólicos, típicos
E 0		Sálicos	RYz	solódicos, típicos
s	FLÚVICOS	Psamíticos	RYq	gleissólicos, espodossólicos, típicos
S O	12011000	Ta Eutróficos	RYve	carbonáticos, salinos, hipocarbonáticos, solódicos vertissólicos, solódicos, vertissólicos, gleissólicos, típicos
L		Tb Distróficos	RYbd	gleissólicos, típicos
O S		Tb Eutróficos	RYbe	solódicos, gleissólicos, típicos
		Húmicos	RRh	lépticos, típicos
		Distroúmbricos	RRdh	lépticos, típicos
	REGOLÍTICOS	Distróficos	RRd	lépticos fragipânicos, lépticos, espessoarênicos, arênicos, fragipânicos, típicos
		Eutroúmbrico	RReh	lépticos, típicos
		Eutróficos	RRe	lépticos solódicos, lépticos fragipânicos, lépticos, fragipânicos
-				solódicos, solódicos, fragipânicos, típicos plintossólicos, espodossólicos, neofluvissólicos,
	QUARTZA- RÊNICOS	Hidromórficos	RQg	organossólicos, típicos
		Órticos	RQo	lépticos, solódicos, êutricos, fragipânicos, gleissólicos, plintossólicos, espodossólicos, argissólicos, latossólicos,
		Aluminoférricos	NBaf	húmicos, típicos húmicos rúbricos, rúbricos, húmicos, típicos
		Alumínicos	NBa	húmicos rúbricos, rúbricos, húmicos, típicos
	BRUNOS	Distroférricos	NBdf	húmicos rúbricos, rúbricos, húmicos, típicos
N		Distróficos	NBd	húmicos rúbricos, rúbricos, húmicos, típicos
I T		Alíticos	NVal	húmicos, típicos
o		Alumínicos	NVa	húmicos, úmbricos, típicos
s		Distroférricos	NVdf	latossólicos, típicos
S O	VERMELHOS	Distróficos	NVd	latossólicos, úmbricos, típicos
L		Eutroférricos	NVef	plintossólicos, latossólicos, chernossólicos, típicos
О		Eutróficos	NVe	lépticos, latossólicos, chernossólicos, típicos
S		Alumínicos	NXa	latossólicos, úmbricos, típicos
	HÁPLICOS			
HAPLICOS	HAPLICOS	Distróficos	NXd	latossólicos, húmicos, úmbricos, típicos
		Eutróficos	NXe OJfi	lépticos, chernossólicos, típicos salinos, solódicos, térricos, típicos
O R T G A N O S S O L O S	TIOMÓRFICOS	Fíbricos Hêmicos	OJI	salinos, solódicos, terricos, típicos
	TIOWIOTH 1000	Sápricos	OJs	salinos, solódicos, térricos, típicos
		Fíbricos	OOfi	líticos, cambissólicos, típicos
	FÓLICOS	Hêmicos	00v	líticos, cambissólicos, típicos
		Sápricos	00s	líticos, cambissólicos, típicos
		Fíbricos	OXfi	solódicos, térricos, típicos
	HÁPLICOS	Hêmicos	ОХу	carbonáticos, sódicos, sálicos, salinos, solódicos, térricos, típicos
	300	Sápricos	OXs	carbonáticos, sódicos, sálicos, salinos, térricos hipocarbonáticos, solódicos, térricos, típicos



Quadro 18 - Classes de solos do SiBCS (Embrapa 2013) até o 4º nível categórico (subgrupos)

(conclusão)

	(conclusão SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS (3º edição)					
ORDEM	SUBORDEM	GRANDE GRUPO	SÍMBOLO	SUBGRUPO		
		Carbonáticos	SNk	vertissólicos, típicos		
	NÁTRICOS	Sálicos	SNz	espessoarênicos, arênicos, espessos, êndicos, dúricos, neofluvissólicos, típicos		
P L A		Órticos	SNo	salinos, espessoarênicos, arênicos, espessos, êndicos, dúricos, vertissólicos, gleissólicos, plintossólicos, típicos		
N		Carbonáticos	SXk	solódicos, vertissólicos, típicos		
O S S		Sálicos	SXz	solódicos, arênicos, espessos, êndicos, vertissólicos, gleissólicos, típicos		
0		Alíticos	SXal	gleissólicos, típicos		
L 0	HÁPLICOS	Alumínicos	SXa	arênicos, espessos, êndicos, gleissólicos, típicos		
S		Distróficos	SXd	solódicos, espessoarênicos, arênicos gleissólicos, arênicos, espessos, êndicos, gleissólicos, plintossólicos, típicos		
		Eutróficos	SXe	salinos, solódicos, espessoarênicos, arênicos, espessos, êndicos, vertissólicos, gleissólicos, chernossólicos, típicos		
	PÉTRICO	Litoplínticos	FFIf	arênicos, êndicos, típicos		
	PÉTRICOS	Concrecionários	FFc	líticos, lépticos, êutricos, êndicos, gleissólicos, argissólicos, latossólicos, cambissólicos, típicos		
P L		Alíticos	FTal	espessoarênicos, arênicos, espessos, abrúpticos, gleissólicos, petroplínticos, típicos		
I	ARGILÚVICOS	Alumínicos	FTa	espessoarênicos, arênicos, espessos, abrúpticos, gleissólicos, petroplínticos, típicos		
T 0		Distróficos	FTd	solódicos, espessoarênicos, arênicos, espessos, abrúpticos, gleissólicos, petroplínticos, típicos		
S S		Eutróficos	FTe	solódicos, espessoarênicos, arênicos, espessos, abrúpticos, gleissólicos, petroplínticos, típicos		
O L	HÁPLICOS	Ácricos	FXw	solódicos, espessos, petroplínticos, típicos		
o s		Alíticos	FXal	líticos, lépticos, solódicos, petroplínticos, típicos		
		Alumínicos	FXa	líticos, lépticos, solódicos, petroplínticos, típicos		
		Distróficos	FXd	líticos, lépticos, solódicos, espessos, petroplínticos, típicos		
		Eutróficos	FXe	líticos, lépticos, solódicos, espessos, petroplínticos, típicos		
		Carbonáticos	VGk	solódicos, típicos		
	HIDROMÓR-	Sódicos	VGn	salinos, típicos		
.,	FICOS	Sálicos	VGz	solódicos, típicos		
V E		Órticos	VGo	solódicos, chernossólicos, típicos		
R T I S S O L O S		Carbonáticos	VEk	chernossólicos, típicos		
	EBÂNICOS	Sódicos	VEn	salinos, típicos		
		Órticos	VEo	solódicos, chernossólicos, típicos		
		Carbonáticos	VXk	líticos, solódicos, gleissólicos, chernossólicos, típicos		
		Sódicos	VXn	líticos, salinos, gleissólicos, típicos		
	HÁPLICOS	Sálicos	VXz	líticos, solódicos, gleissólicos, típicos		
		Órticos	VXo	líticos, salinos, hipocarbonáticos solódicos, hipocarbonáticos chernossólicos, solódicos, gleissólicos, chernossólicos, típicos		

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

Nota: Para ordenação de legenda de solos considerar a disposição das três colunas à esquerda.



O Quadro 19 mostra uma correspondência aproximada entre a classificação SiBCS e alguns outros Sistemas Taxonômicos.

Quadro 19 - Correspondência Aproximada entre o SiBCS, a classificação WRB/FAO e a Soil Taxonomy para Classes de Solos em Alto Nível Categórico

SiBCS	FAO	FAO-WRB	SOIL TAXONOMY (1999)
	Acrisols	Acrisols	Ultisols
Argissolos	Lixisols	Lixisols	Oxisols (Kandic)
	Alisols	Alisols	
Cambissolos	Cambisols	Cambisols	Inceptisols
Chernossolos	Chernozems	Chernozems	
	Kastanozems Phaeozems	Kastanozems	Molisols (apenas os Ta)
	Greyzems	Phaeozems	
Espodossolos	Podzols	Podzols	Spodosols
Gleissolos	Gleysols	Gleysols	Entisols (Aqu-alf-and-ent-ept-)
(Gleissolos Sálicos)	Solonchaks	Solonchaks	Aridisols, Entisols (Aqu-sulfa-hydra-salic)
Latossolos	Ferralsols	Ferralsols	Oxisols
Luvissolos	Luvisols	Luvisols	Alfisols, Aridisols (Argids)
Neossolos			Entisols
(Neossolos Flúvicos)	Fluvisols	Fluvisols	(Fluvents)
(Neossolos Litólicos)	Leptosols	Leptosols	(LithicOrthents) (LithicPsamments)
(Neossolos Quartzarênicos	Arenosols	Arenosols	(Quartzipsamments)
(Neossolos Regolíticos)	Regosols	Regosols	(Psamments)
Nitossolos	Nitisols	Nitisols	Ultisols, Oxisols (Kandic), Alfisols
	Lixisols	Lixisols	
	Alisols	Alisols	
Organossolos	Histosols	Histosols	Histosols
Planossolos	Planosols	Planosols	Alfisols
(Planossolos Nátricos)	Solonetz	Solonetz	Natr (ust-ud) alf
(Planossolos Háplicos)	Planosols	Planosols	Albaquults, Albaqualfs, Plinthaqu(alf-ept-ox-ult)
Plintossolos	Plinthosols	Plinthosols	Subgrupos Plinthic (várias classes de Oxisols, Ultisols, Alfisols, Entisols, Inceptisols)
Vertissolos	Vertisols	Vertisols	Vertisols
Não classificados no Brasil		Cryosols	Gelisols
	Anthrosols	Anthrosols	
	Andosols	Andosols	Andisols
		Umbrisols	
	Gypsisols	Gypsisols Durisols	Vários Subgrupos de Aridisols
	Calcisols	Calcisols	Vários Grandes Grupos <i>Dura</i> de Alfisols, Andisols, Aridisols, Inceptisols, etc. Vários Subgrupos de Vertisols, Molisols,
	Podzoluvisols	Albeluvisols	Inceptisols, Alfisols, etc. Algumas classes Alb_ Gloss_

Fonte: Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Solos; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2013. Adaptado.



2.2 A classificação dos solos

O ato de classificar um solo em determinado sistema taxonômico requer primeiramente identificar para o mesmo quais atributos diagnósticos estipulados em cada sistema são aplicados a eles. Definidos os atributos de cada solo, procura-se fazer o seu enquadramento pelo sistema de chaves, que define as classes até o 4º nível categórico. No Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS, os passos para a classificação do solo pelo sistema de chaves iniciam-se na página 110 da 3ª edição de 2013.

2.2.1 Critérios para distinção de classes de solos segundo o SiBCS

As definições e conceitos apresentados nesta seção são de suma importância para fins taxonômicos, ou seja, tratam-se de parâmetros ou indicadores empregados como elementos de referência para a distinção e classificação dos solos em Sistemas de Classificação. Em sua maioria foram adaptados ou criados para atender às conveniências ou necessidades do SiBCS. Quando extraídos ou adaptados de outras obras, têm a referência feita logo em seguida à sua definição ou conceituação.

Muitos deles estão em uso há bastante tempo no Brasil e já são consagrados no meio pedológico, outros são mais recentes. Tanto uns quanto outros estão sujeitos a alterações de ajustes ou adequações na medida em que são testados, ou simplesmente pela necessidade de atualização diante do avanço dos conhecimentos na área de pedologia. Por tais razões, recomenda-se que sempre que forem aplicados, que se consulte as publicações mais atuais relativas ao SiBCS, tanto na forma de documentos impressos quanto por consulta ao portal da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Solos, na Internet, para verificar se foram procedidas alterações.

2.2.1.1 Atributos diagnósticos

São características ou propriedades dos solos, utilizadas para separação de classes em vários níveis categóricos do Sistema na definição de alguns horizontes diagnósticos.

2.2.1.1.1 Álico

Indicativo de saturação por alumínio (100Al³+/Al³+ + S) igual ou superior a 50%, associado a teor de alumínio extraível maior que 0,5cmol, kg-¹ de solo.

Característica identificada no horizonte B, ou no C quando não existe B, ou então no horizonte A de alguns solos, sobretudo nos Neossolos Litólicos.

Observação: No SiBCS, tem sua utilização recomendada para o 5º nível categórico. Deve ser aplicado em classes em que os caracteres alítico ou alumínico não tenham sido aplicados em níveis categóricos mais elevados.

2.2.1.1.2 Atividade da fração argila

Refere-se à capacidade de troca de cátions (valor T) correspondente à fração argila, calculada pela expressão: **T.1000/teor de argila em g.kg**-¹. Atividade alta (Ta) refere-se a valor igual ou superior a 27cmol_c.kg-¹ de argila e atividade baixa (Tb) valor inferior a 27cmol_c.kg-¹ de argila, ambos os casos sem correção para carbono. Este critério não se aplica a solos de textura arenosa.



Oportuno esclarecer que o cálculo da atividade da fração argila como apresentado acima, não procede a correção relativa à participação da matéria orgânica, como era feito anteriormente ao SiBCS.

Trata-se de característica muito empregada, para distinção de classes de solos, nos 1º e 3º níveis categóricos do Sistema. Não se aplica a material de textura arenosa.

Para distinção de classes por este critério, é considerada a atividade da fração argila no horizonte B (inclusive BA e exclusive BC), ou no horizonte C (inclusive CA), quando não existe B.

Observação: A CTC ou valorT devem ser obtidos segundo a metodologia da Embrapa Solos - pela soma das bases (valor S) com H⁺ e Al³⁺ extraíveis pelo Ca(OAc)₂ N a pH 7,0.

Não correspondem aos valores determinados pela metodologia empregada em *Soil Survey Manual* (1951, 1981, 1984, 1993), publicado pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (United States Department of Agriculture - USDA).

2.2.1.1.3 Caráter ácrico

O caráter ácrico refere-se a materiais de solos contendo bases trocáveis (Ca²+, Mg²+, K+ e Na+) mais Al³+ extraível com KCl 1N, em quantidades iguais ou menores que 1,5cmol_c. kg¹-1 de argila e satisfazendo ainda a pelo menos uma das seguintes condições:

- 1. pH KCl 1N igual ou superior a 5,0; ou
- 2. ΔpH positivo ou nulo.

Observação: ΔpH = pH KCl - pH H₂O

Critério derivado de *Soil survey manual* (1981) e *World reference base for soil resources* (1994).

Observação: Caráter empregado para distinguir classes do 3º nível da Ordem dos Latossolos no SiBCS.

2.2.1.1.4 Caráter alítico

Refere-se à condição em que o solo se encontra fortemente dessaturado, caracterizado por apresentar teor de alumínio extraível maior ou igual a 4cmol_c.kg⁻¹ de solo, associado à atividade de argila > 20cmol_c.kg⁻¹ de argila, tendo saturação por bases menores que 50% e/ou saturação por alumínio maior ou igual a 50%.

Observação: Caráter empregado para distinguir classes do 3º nível de várias Ordens do SiBCS, conforme critérios específicos constantes na definição das classes.

2.2.1.1.5 Caráter alumínico

Refere-se à condição em que o solo se encontra fortemente dessaturado, caracterizado por apresentar teor de alumínio extraível maior ou igual a 4cmol_c.kg⁻¹ de solo associado à atividade de argila < 20cmol_c.kg⁻¹de argila, tendo saturação por bases menores que 50% e/ou saturação por alumínio maior ou igual a 50%.

Observação: Caráter empregado para distinguir classes do 3º nível de várias Ordens do SiBCS, conforme critérios específicos constantes na definição das mesmas.



2.2.1.1.6 Caráter argilúvico

Usado para distinguir solos que têm concentração de argila no horizonte B, porém não suficiente para identificar um horizonte B textural, B plânico ou B espódico, expressa por gradiente textural (B/A) igual ou maior que 1,4 e/ou presença de horizonte E e/ou presença de cerosidade.

Observação: Caráter empregado para separar classes nos 2º e 4º níveis categóricos do SiBCS.

2.2.1.1.7 Caráter carbonático

Propriedade referente à presença de 150g.kg⁻¹ ou mais de CaCO₃ equivalente, sob qualquer forma de segregação, inclusive nódulos e concreções, desde que não satisfaça os requisitos estabelecidos para horizonte cálcico.

Critério derivado de Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys (1975).

Observação: Caráter empregado para distinguir classes do 3º nível de várias Ordens do SiBCS.

2.2.1.1.8 Caráter coeso

Usado para distinguir solos com horizontes pedogenéticos subsuperficiais adensados, muito resistentes à penetração da faca e muito duros a extremamente duros quando secos, passando a friáveis ou firmes quando úmidos.

Uma amostra úmida quando submetida à compressão, deforma-se lentamente, ao contrário do fragipã, que apresenta quebradicidade (desintegração em fragmentos menores). Estes horizontes são de textura média, argilosa ou muito argilosa e, em condições naturais, são geralmente maciços ou com tendência à formação de blocos. São comumente encontrados entre 30 e 70cm da superfície do solo, podendo prolongar-se até o Bw ou coincidir com o Bt, no todo ou em parte. Uma amostra de horizonte coeso, quando seco, desmancha-se rapidamente ao ser imersa em água, conforme Jacomine (2001) e Ribeiro (2001).

Observação: Este caráter é comum em Latossolos e Argissolos Amarelos dos Tabuleiros Costeiros.

2.2.1.1.9 Caráter concrecionário

Usado para solos que apresentam ocorrência de material petroplíntico descontínuo (forma de concreções ou nódulos) em quantidade e/ou espessura inferiores às requeridas para horizonte concrecionário, em um ou mais horizontes em alguma parte da seção de controle que defina a classe. Para esta caracterização, é requerida uma quantidade mínima de 5% em volume.

2.2.1.1.10 Caráter crômico

O caráter crômico é usado para distinguir alguns solos que apresentam, na maior parte do horizonte B, excluído o BC, predominância de cores (amostra úmida) conforme definido a seguir:



- matiz 5YR ou mais vermelho com valor igual ou superior a 3 e croma igual ou superior a 4; ou
- matiz mais amarelo que 5YR com valor 4 ou 5 e croma 3 a 6.

Observação: Usado para distinguir classes de solos no 2º nível da Ordem dos Luvissolos. Recomenda-se quando de seu uso, verificar possíveis alterações nos meios oficiais de divulgação do SiBCS.

2.2.1.1.11 Caráter dúrico

Utilizado para caracterizar solos que apresentem cimentação forte em um ou mais horizontes dentro da seção de controle que defina a classe, incluindo-se solos com presença de duripã, ortstein, plácico e outros horizontes com cimentação forte que não se enquadrem na definição de horizontes litoplíntico, concrecionário e petrocálcico.

Observação: Caráter empregado para distinguir classes do 4º nível das Ordens Espodossolos, Planossolos e Argissolos do SiBCS.

2.2.1.1.12 Caráter ebânico

Caráter utilizado para individualizar classes de solos de coloração escura, quase preta, na maior parte do horizonte diagnóstico subsuperficial (Foto 144) com predominância de cores conforme especificado a seguir:

- para matiz 7,5YR ou mais amarelo:
 - cor úmida: valor < 4 e croma < 3; e
 - cor seca: valor < 6.
- para matiz mais vermelho que 7,5YR:
 - cor úmida: preto ou cinzento muito escuro; e
 - cor seca: valor < 5.

Observação: Caráter empregado para distinguir classes do 2º nível das Ordens Chernossolos e Vertissolos do SiBCS.

2.2.1.1.13 Caráter espódico

Utilizado para caracterizar solos que apresentam acúmulo iluvial de complexos organometálicos em subsuperfície e que não satisfazem os critérios para horizonte B espódico e Espodossolo.



Foto 144 - Caráter ebânico em perfil de CHERNOSSOLO EBÂNICO. Ipiaú (BA). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Observação: Tem sido verificado com frequência razoável na região do Pantanal Matogrossense em Neossolos Quartzarênicos Órticos.

2.2.1.1.14 Caráter êutrico

Usado para distinguir solos que apresentam pH (em H_2O) \geq 5,7, conjugado com valor S (soma de bases) \geq 2,0cmol_c.kg⁻¹ de solo dentro da seção de controle que define a classe.



2.2.1.1.15 Caráter flúvico

Usado para solos formados sob forte influência de sedimentos de natureza aluvionar ou colúvio-aluvionar (Foto 145), que apresentam um dos seguintes requisitos:



Foto 145 - Caráter flúvico definido por camadas estratificadas em perfil de GLEISSOLO. São Miguel do Araguaia (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

- 1) Camadas estratificadas, identificadas por variações irregulares (erráticas) de granulometria, ou de outros atributos do solo em profundidade; e/ou
- Distribuição irregular (errática) do conteúdo de carbono orgânico em profundidade, não relacionada com processos pedogenéticos.

Observação: Caráter empregado para distinguir classes do 2º nível das Ordens Cambissolos e Neossolos e do 4º nível de Gleissolos, Planossolos e Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos do SiBCS.

2.2.1.1.16 Caráter hipocarbonático

Propriedade referente à presença de CaCO₃ equivalente sob qualquer forma de segregação, inclusive concreções, em quantidade igual ou superior a 50g.kg⁻¹

e inferior a 150g.kg⁻¹. Esta característica discrimina solos sem horizonte cálcico, mas que possuem horizonte com CaCO₃ em proporções consideráveis.

Critério conforme o suplemento do Soil survey manual (1962).

2.2.1.1.17 Caráter litoplíntico

Caráter usado para solos que apresentam ocorrência de petroplintita na forma contínua e consolidada em um ou mais horizontes em alguma parte da seção de controle que defina a classe, em quantidade mínima de 10% do volume total do(s) horizonte(s) e não satisfazendo as exigências de espessura para caracterizar horizonte litoplíntico.

2.2.1.1.18 Caráter plânico

Usado para distinguir solos intermediários com Planossolos, ou seja, com horizonte adensado e permeabilidade lenta ou muito lenta, cores acinzentadas ou escurecidas, neutras ou próximo delas, ou com mosqueados de redução que não satisfazem os requisitos para horizonte plânico, exclusive horizonte com caráter plíntico.

2.2.1.1.19 Caráter plíntico

Caráter usado para distinguir solos que apresentam plintita em quantidade insuficiente para caracterizar horizonte plíntico, ou que apresentem horizonte com a quantidade exigida de plintita (15%), porém com espessura insuficiente para caracterizar horizonte



plíntico, em um ou mais horizontes ou camadas em alguma parte da seção de controle que defina a classe. Para essa caracterização, é requerida uma quantidade mínima de plintita de 5% em volume.

2.2.1.1.20 Caráter redóxico

Refere-se à presença de feições redoximórficas (SOIL..., 1999; KÄMPF; CURI, 2012) na seção de controle da classe de solo, resultante da saturação temporária com água em horizontes e/ou camadas do mesmo, que induzem a ocorrência de processos de redução e oxidação, com segregação de ferro e/ou de manganês, na forma de cores mosqueadas e/ou variegadas. Horizonte plíntico, caráter plíntico e horizonte glei têm precedência sobre o caráter redóxico. O caráter redóxico não se aplica aos horizontes plíntico e glei e não tem precedência sobre o caráter plíntico.

A saturação temporária pode ocorrer em horizontes localizados acima de um horizonte B com baixa condutividade hidráulica, formando, por exemplo, um lençol freático suspenso. Nesse caso, o caráter redóxico pode manifestar-se em zonas mais próximas da superfície do solo, em horizontes que antecedem o B e/ou no topo deste. Em outros casos, a saturação temporária pode ocorrer em profundidades maiores, favorecida pela existência de horizontes e/ou camadas com permeabilidade muito baixa, tais como em zonas situadas acima de camadas adensadas(fragipã ou duripã), saprólitos pouco permeáveis ou mesmo a rocha.

Em qualquer caso, o tempo de saturação deve ser suficientemente longo para formar um ambiente temporariamente redutor, que possa promover a dissolução de compostos de ferro e/ou de manganês e sua segregação posterior durante o secamento.

O caráter redóxico se manifesta na forma de coloração variegada, ou de mosqueados, no mínimo comuns e distintos, admitindo-se, no caso de difusos, somente quando em quantidade abundante. O padrão de cores dos mosqueados pode ser bastante variável, dependendo da intensidade dos processos de oxi-redução, da textura, da posição do solo na paisagem e outros. A saturação temporária com água, promovendo principalmente depleção de compostos de ferro, pode induzir desde um forte descoramento da matriz, neste caso restrito aos horizontes acima do horizonte B ou no seu topo, até situações onde a matriz apresenta-se mais colorida, entremeada por zonas de depleção descoradas, formando geralmente um padrão reticulado ou poligonal semelhante à plintita (Foto 26 - item 1.1.6.3.2).

O caráter redóxico passa a englobar, na sua definição, o caráter epiáquico, constante da versão do SiBCS das edições de 1999 e 2006, ampliando seus limites para as situações de presença de feições redoximórficas tanto em horizontes mais superficiais, como em horizontes e/ou camadas mais subsuperficiais.

Deve ser aplicado para expressar condição de oscilação temporária do lençol freático em camadas ou horizontes do perfil, nas quais geralmente identifica-se drenagem moderada ou imperfeita, distinguindo tais classes de solos das modalidades típicas.



Derivado de World reference base for soil resources (1998); Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys (1999); Kämpf e Curi (2012).

Observação - Caráter recém-criado. Em fase de validação.

2.2.1.1.21 Caráter retrátil

Usado para classes de Latossolos e Nitossolos, ambos Brunos e Vermelhos, de textura argilosa e muito argilosa, que apresentam retração acentuada da massa do solo após a exposição dos perfis ao efeito de secamento por algumas semanas, resultando na formação de fendas verticais pronunciadas e estruturas prismáticas grandes e muito grandes (Fotos 47 e 48, item 1.1.6.5.1), que se desfazem em blocos quando manuseadas. Nos cortes com maior exposição solar, os blocos tendem naturalmente a se individualizar em unidades estruturais cada vez menores, acumulando-se na parte inferior do perfil, configurando uma forma ou seção triangular semelhante a uma "saia", quando observada lateralmente em relação à frente do barranco (Foto 357, item 3.2.6.11).

Embora nesses solos predomine a caulinita, o caráter retrátil decorre possivelmente da presença de argilominerais 2:1 com hidróxi-Al entrecamadas (VHE e EHE) e/ou da pequena dimensão dos argilominerais presentes na fração argila. É típico de alguns solos encontrados sob condições de clima subtropical úmido dos planaltos altimontanos do Sul do Brasil.

Observação - Caráter recém-criado. Em fase de validação.



Foto 146 - Perfil de LATOSSOLO BRUNO com caráter rúbrico. Castro (PR). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

2.2.1.1.22 Caráter rúbrico

Caráter utilizado para indicar avermelhamento em profundidade (Foto 146) em alguma parte da seção de controle que define a classe (exclusive horizonte BC), cor úmida com matiz mais vermelho que 5YR, valor menor ou igual a 4 e cor seca com apenas uma unidade a mais em valor.

Observação: Caráter empregado no SiBCS apenas para distinguir classes do 4º nível de Latossolos Brunos e Nitossolos Brunos.

2.2.1.1.23 Caráter sálico

Propriedade referente à presença de sais mais solúveis em água fria que o sulfato de cálcio (gesso), em quantidade tóxica à maioria das culturas, expressa por condutividade elétrica no extrato de saturação maior que ou igual a 7dS/m (a 25°C), em alguma época do ano.



2.2.1.1.24 Caráter salino

Atributo referente à presença de sais mais solúveis em água fria que o sulfato de cálcio (gesso), em quantidade que interfere no desenvolvimento da maioria das culturas, expresso por condutividade elétrica do extrato de saturação igual ou maior que 4dS/m e menor que 7dS/m (a 25°C), em alguma época do ano.

Critério derivado de *Soil survey manual* (1951) e *Diagnosis and improvement of saline and alkali soil* (1954).

Observação: Somente a condutividade elétrica não é suficiente para determinar com segurança a presença ou não dos caracteres sálico e salino. Há necessidade de se analisar também os sais solúveis presentes, pois, o horizonte sulfúrico pode apresentar valores entre 4,0 e 3,5dS/m, como já constatado.

2.2.1.1.25 Caráter sódico

Usado para distinguir solos que apresentem saturação por sódio (100 Na⁺/T) maior ou igual que 15%, em algum ponto da seção de controle que defina a classe.

Critério derivado de Diagnosis and improvement of saline and alkali soils (1954).

2.2.1.1.26 Caráter solódico

Usado para distinguir solos que apresentem valores de saturação por sódio (100 Na⁺/T) entre 6% e 15%, em algum ponto da seção de controle que defina a classe.

Critério derivado de Soil map of the world (1974).

2.2.1.1.27 Caráter sômbrico (do francês, sombre = escuro)

Característica ocorrente em certos horizontes subsuperficiais, transicionais ou principais (AB, BA ou B) de solos minerais de drenagem livre e dessaturados, nos quais haja evidência de acumulação de húmus que não atenda à definição de horizonte espódico e tampouco características que indiquem tratar-se de horizonte A enterrado (Foto 147).



Foto 147 - Perfil de CAMBISSOLO com caráter sômbrico. Santa Terezinha (SC). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.



Deve atender a todos os seguintes critérios:

- 1) Apresentar 10cm ou mais de espessura;
- 2) Não possuir, no seu limite superior, um horizonte eluvial E;
- 3) Não atender ao conjunto de características exigidas para o horizonte espódico;
- 4) O(s) horizonte(s) subsuperficial(is) escuro(s) deve(m) apresentar continuidade lateral nos vários segmentos da paisagem, indicando origem pedogenética e descartando a possibilidade de ser um horizonte A enterrado;
- 5) Deve apresentar valores e cromas, nos estados seco e/ou úmido mais baixos do que o horizonte sobrejacente;
- 6) Ter saturação por bases inferior a 50% (distrófico); e
- 7) Possuir evidências de acumulação de húmus, seja pela presença de cutans preferencialmente depositados na superfície dos peds ou nos poros, mais do que uniformemente disseminados na matriz, ou por um conteúdo maior de carbono em relação ao horizonte imediatamente sobrejacente.

Observação - Caráter recém-criado. Em fase de validação.



Foto 148 - Caráter vértico definido pelo fendilhamento acentuado. Barinas (Venezuela). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

2.2.1.1.28 Caráter vértico

Presença de *slickensides* (superfícies de fricção), quantidade considerável de fendas ou estrutura cuneiforme e/ou paralepipédica, em quantidade e expressão insuficientes para caracterizar horizonte vértico (Foto 148). As características acima podem ocorrer simultanea ou isoladamente.

2.2.1.1.29 Cauliníticos, oxídicos e qibbsíticos

Termos utilizados para distinção de solos com base na mineralogia das argilas (frações com diâmetro menor que 0,002mm) e toma por base valores das relações moleculares Ki e Kr, conforme especificado a seguir:

Cauliníticos - solos com predominância de argilominerais do grupo da caulinita. Distinguem-se duas classes:

- Cauliníticos: Ki e Kr > 0,75

- Cauliníticos-oxídicos: Ki > 0,75 e Kr < 0,75

Gibbsíticos - solos com predominância de gibbsita. Distingue-se a classe:

- Gibbsíticos-oxídicos: Ki < 0,75 e Kr < 0,75



Oxídicos - solos com predominância de óxidos de ferro e alumínio. Distingue-se a classe:

- Oxídicos: Kr < 0,75

Critérios derivados de Resende e Santana (1988).

Observação: Características utilizadas para distinguir classes do 5º nível de algumas Ordens do SiBCS (principalmente em Latossolos e quando existirem informações também em Argissolos e Cambissolos).

2.2.1.1.30 Contato lítico

Termo empregado para designar material coeso subjacente ao solo (exclusive horizonte petrocálcico, horizonte litoplíntico, duripã e fragipã). Sua consistência é de tal ordem que mesmo quando molhado torna a escavação com a pá reta impraticável ou muito difícil e impede o livre crescimento do sistema radicular e a circulação de água, os quais ficam limitados às fendas que por ventura ocorram (Foto 149).

Tais materiais são representados por rochas duras e por rochas muito fracamente alteradas (R), de qualquer natureza (ígneas, metamórficas ou sedimentares), ou por rochas fraca a moderadamente alteradas (RCr, CrR).

De acordo com o SiBCS, este conceito ainda carece de detalhamento para melhor definição, quando aplicado a material de rocha fracamente alterado, rochas sedimentares, e algumas metamórficas, que apresentem forte fissilidade em função de planos de acamamento, diaclasamento ou xistosidade.

2.2.1.1.31 Contato lítico fragmentário

Refere-se a um tipo de contato lítico em que o material endurecido subjacente ao solo encontra-se fragmentado, usualmente, em função de fraturas naturais, possibilitando a penetração de raízes e a livre penetração de água (Foto 150).



Foto 149 - Contato lítico em perfil de PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário léptico. Niquelândia (GO). Foto: Glailson Barreto Silva.



Foto 150 - Contato lítico fragmentário em perfil de NEOSSOLO LITÓLICO Chernossólico fragmentário. Ciríaco (RS). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.



2.2.1.1.32 Constituição esquelética

O solo é considerado esquelético, ou seja, recebe a denominação esquelética, quando mais que 35% e menos que 90% de volume total de sua massa forem constituídos por material com diâmetro maior que 2mm (Foto 151). Esta característica qualifica o grupamento textural (por exemplo, "textura arenosa esquelética").

Quando esse material compreende mais que 90% do volume do solo, este constitui tipo de terreno.

Critério derivado de *Soil survey manual* (1951) e *Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys* (1975).

Observação: Assim como a distribuição de cascalhos no perfil, esta característica é utilizada como qualificativo de grupamento textural, que por sua vez, pode distinguir famílias (classes de 5º nível categórico do SiBCS).



Foto 151 - Perfil de solo esquelético. Barra do Quarai (RS). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.

2.2.1.1.33 Constituição macroclástica

Refere-se à caracterização quanto ao tamanho e quantificação das frações com diâmetro superior a 2mm (frações grosseiras) presentes no solo. São adotadas as seguintes denominações:

 Cascalhos 2mm - < 2cm</td>

 Calhaus 2cm - 20cm

 Matações > 20cm

Observações:

- No caso destas frações (calhaus, cascalhos e matacões), o registro deve ser feito independentemente de sua natureza ou gênese, considerando-se apenas as suas dimensões e o seu percentual de ocorrência;
- 2) A avaliação da percentagem de ocorrência de calhaus e matacões por horizonte, bem como a estimativa do seu tamanho, devem ser registradas no item **Observações** ao final da descrição morfológica do perfil. São os elementos necessários para a caracterização da pedregosidade e rochosidade dos solos, que por sua vez, condicionam a distinção dos solos como fases pedregosa e rochosa (itens 2.2.1.6.6 e 2.2.1.6.7);
- 3) A presença de cascalhos no perfil deve ter seu registro conforme o item 2.2.1.1.35 e empregado em complementação à classe textural; e
- 4) Concreções, nódulos e outras formações, quando presentes, devem ser caracterizadas conforme as especificações constantes no item 1.1.7.8.



2.2.1.1.34 Descontinuidade litológica

São diferenças significativas na natureza litológica, entre horizontes ou camadas do solo, refletidas principalmente na composição granulométrica e na mineralogia. No campo podem ser detectadas por algumas evidências como:

- Mudança textural abrupta que não seja devido à atuação de processos pedogenéticos (migração de argila, por exemplo);
- Contraste ou irregularidade no tamanho de partículas de areias (por exemplo: horizonte com predomínio de areia fina sobre horizonte com predomínio de areia grossa ou muito grossa); e
- Natureza litológica do substrato rochoso diferente da natureza litológica de fragmentos de rocha no perfil do solo.

Critério derivado de Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys (1999).

2.2.1.1.35 Distribuição de cascalhos no perfil

Refere-se à constituição macroclástica do material componente do solo. A quantidade de cascalhos (frações de 2mm a 2cm de diâmetro) é identificada considerando-se a sua ocorrência em relação à terra fina (< 2mm) e é descrita da seguinte maneira:

Pouco cascalhenta -conteúdo de cascalho > 80 e < 150g.kg-1</th>Cascalhenta -conteúdo de cascalho entre 150 e 500g.kg-1Muito cascalhenta -conteúdo de cascalho maior que 500g.kg-1

Observações:

- A ocorrência de cascalhos no perfil do solo deve ser registrada tanto nas classes texturais simples (exemplo: franca pouco cascalhenta) por ocasião de descrição morfológica, quanto nos grupamentos ou subgrupamentos de classes texturais na distinção de unidades taxonômicas (exemplo: textura argilosa cascalhenta); e
- 2) A presença de cascalhos, conforme critérios acima, quando detectada, pode ser usada para separar classes de solos ao nível de família (5º nível categórico) no SiBCS, em complementação aos grupamentos ou subgrupamentos texturais.

2.2.1.1.36 Gradiente textural (argílico)

Expressa incremento significativo de argila, orientada ou não, dos horizontes superficiais A ou E para o horizonte subsuperficial B, desde que não exclusivamente por descontinuidade.

2.2.1.1.37 Grau de decomposição do material orgânico

Os seguintes atributos são utilizados na classe dos Organossolos do SiBCS:

Fíbrico - material orgânico constituído de fibras, facilmente identificáveis como de origem vegetal. O material fíbrico deve atender a pelo menos um dos seguintes critérios:



- a) ser classificado na escala de decomposição de von Post nas classes de 1 a 4;
- b) apresentar cores (pelo método do pirofosfato de sódio) com valores e cromas de 7/1, 7/2, 8/1, 8/2 ou 8/3 (MUNSELL..., 1994); e
- c) conter 40% ou mais de fibras esfregadas por volume e índice do pirofosfato igual a 5 ou maior. Se o conteúdo de fibras for igual ou superior a 75% ou mais, por volume, o critério do pirofosfato não se aplica.

Hêmico - material orgânico em estádio de decomposição intermediário entre fíbrico e sáprico. O material hêmico deve atender a pelo menos um dos seguintes critérios:

- a) ser classificado na escala de decomposição de von Post nas classes 5 ou 6;
- b) apresentar teor de fibra esfregada variando entre 17 e < 40% por volume.

Sáprico - material orgânico em estádio avançado de decomposição. Normalmente, tem o menor teor de fibras, a mais alta densidade e a mais baixa capacidade de retenção de água no estado de saturação, dentre os três tipos de materiais orgânicos. É muito estável física e quimicamente, alterando-se muito pouco no decorrer do tempo, a menos que o solo seja drenado.

Deve atender a pelo menos um dos seguintes critérios:

- a) ser classificado na escala de decomposição de von Post na classe 7 ou mais alta; e
- b) apresentar cores (pelo pirofosfato de sódio) avaliadas na página do matiz 10YR, com valores 7 ou menores, exceto as combinações de valor e croma de 5/1, 6/1, 6/2, 7/1, 7/2, ou 7/3; e
- c) conter teor de fibra esfregada < que 17% por volume.

Observações:

- 1) A escala de von Post pode ser encontrada e consultada no Anexo B da 3ª edição da publicação *Sistema brasileiro de classificação de solos* (2013);
- 2) Considera-se fibra o material orgânico que mostra evidências de restos de plantas, exceto partes vivas e fragmentos lenhosos que não podem ser amassados com os dedos e são maiores que 2cm na menor dimensão, que fica retido em peneira de abertura de 100mesh (0,149mm de diâmetro); e
- Considera-se fibra esfregada, a que permanece na peneira de 100 mesh após esfregar cerca de 10 vezes uma amostra de material orgânico entre o polegar e o indicador.

Critério derivado de Keys to soil taxonomy (1998).

2.2.1.1.38 Grupamentos texturais

Constitui característica distintiva de unidades taxonômicas até o 4º nível categórico do SiBCS com respeito à composição granulométrica e distingue os vários solos considerando as classes texturais primárias de textura, agrupadas conforme os seguintes critérios:

Arenosa - Compreende as classes texturais areia e areia franca;



Argilosa - compreende classes texturais ou parte delas tendo na composição granulométrica de 350 a 600g.kg⁻¹ de argila;

Média - compreende classes texturais ou parte delas tendo na composição granulométrica menos de 350g.kg⁻¹ de argila e mais de 150g.kg⁻¹ de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca;

Muito argilosa - compreende a classe textural muito argilosa com mais de 600g.kg⁻¹ de argila; e

Siltosa - compreende parte de classes texturais que tenham silte maior que 650g.kg⁻¹, areia menor que 150g.kg⁻¹ e argila menor que 350g.kg⁻¹.

Para esta distinção é considerada a prevalência textural do horizonte B ou C, quando não existe B, sendo também levada em conta no horizonte A de alguns solos. Não é pertinente a especificação do grupamento textural, no caso de solos que tenham esta característica implícita em sua definição.

A Figura 20 espacializa na forma de um triângulo, os intervalos entre os quantitativos de cada um dos grupamentos de classes texturais.

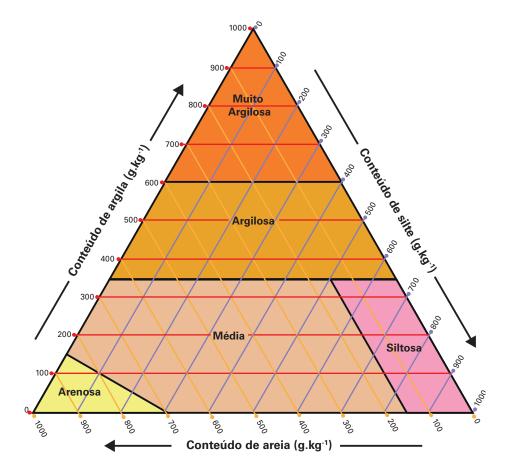


Figura 20 - Guia para grupamentos de classes de textura

Adaptado de Sistema brasileiro de classificação de solos (2013)



Quando o solo apresentar textura binária ou ternária (grupamentos de classes de textura diferentes entre os horizontes superficiais e subsuperficiais), a caracterização da textura será feita sob forma de fração. Exemplos: textura média/argilosa e textura arenosa/média/argilosa.

2.2.1.1.39 Material mineral

É aquele formado essencialmente por compostos inorgânicos, em vários estádios de intemperismo. O material do solo é considerado mineral quando não satisfizer os requisitos exigidos para material orgânico.

Critério derivado de Soil map of the world (1974) e Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil suveys (1975).

2.2.1.1.40 Material orgânico

É aquele constituído por materiais orgânicos, originários de resíduos vegetais em diferentes estádios de decomposição, excluindo raízes vivas, mas incluindo fragmentos de carvão finamente divididos e biomassa meso e microbiana presentes no solo como resultado de processos naturais. O material orgânico pode estar associado a material mineral em proporções variáveis. No entanto, o conteúdo de constituintes orgânicos impõe preponderância de suas propriedades sobre os constituintes minerais. O material do solo será considerado como orgânico quando o teor de carbono orgânico for igual ou maior que 80g.kg⁻¹, avaliado na fração TFSA, tendo por base valores de determinação analítica conforme método adotado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMPRAPA Solos (CLAESSEN, 1997; DONAGEMA et al., 2011).

2.2.1.1.41 Material sulfídrico

Aquele que contém compostos de enxofre oxidáveis e ocorre em solos de natureza mineral ou orgânica, de áreas encharcadas, com valor de pH maior que 3,5, os quais, se incubados na forma de camada com 1cm de espessura, sob condições aeróbicas úmidas (capacidade de campo), em temperatura ambiente, mostram um decréscimo no pH de 0,5 ou mais unidades para um valor de pH 4,0 ou menor (1:1 por peso em água, ou com um mínimo de água para permitir a medição) no intervalo de oito semanas.

Materiais sulfídricos se acumulam em solos ou sedimentos permanentemente saturados, geralmente com água salobra. Os sulfatos na água são reduzidos biologicamente a sulfetos à medida que os materiais se acumulam. Materiais sulfídricos, muito comumente, se acumulam em alagadiços costeiros, próximos a foz de rios que transportam sedimentos não calcários, mas podem ocorrer em alagadiços de água fresca se houver enxofre na água. Materiais sulfídricos de áreas altas podem ter se acumulado de maneira similar no passado geológico.

Se um solo contendo materiais sulfídricos for drenado, ou se os materiais sulfídricos forem expostos de alguma outra maneira às condições aeróbicas, os sulfetos oxidam-se e formam ácido sulfúrico. O valor de pH, que normalmente está próximo da neutralidade antes da drenagem ou exposição, pode cair para valores abaixo de 3. O ácido pode induzir a formação de sulfatos de ferro e de alumínio. O sulfato de



ferro, jarosita, pode segregar, formando os mosqueados amarelos que comumente caracterizam o horizonte sulfúrico. A transformação de material sulfídrico para horizonte sulfúrico normalmente requer poucos anos e pode ocorrer dentro de poucas semanas. Uma amostra de material sulfídrico submetida à secagem ao ar, à sombra, por cerca de dois meses com reumedecimento ocasional, torna-se extremamente ácida.

Apesar de não haver especificação de critério de cor para materiais sulfídricos, os materiais de solo mineral que se qualificam como sulfídricos apresentam, quase sempre, cores de croma 1 ou menor (cores neutras N). Por outro lado, materiais de solo orgânico sulfídrico comumente têm croma mais alto (2 ou maior). Os valores são cinco ou menores, mais comumente quatro ou menor. Os matizes são 10YR ou mais amarelos, ocasionalmente com matizes esverdeados ou azulados. Materiais sulfídricos geralmente não têm mosqueados, exceto por diferentes graus de cinza ou preto, a não ser que estejam iniciando um processo de oxidação, o qual pode causar a formação de óxidos de ferro em fendas ou canais.

Critério derivado de Kämpf, Klamt e Schneider (1988); Fanning, Rabenhorst e Bighan (1993); e *Keys to soil taxonomy* (1994).

2.2.1.1.42 Micáceo, anfibolítico, feldspático e silicoso

Termos utilizados para distinguir classes de solos com base na constituição mineralógica de suas frações grosseiras (> 0,05cm de diâmetro), conforme critérios a seguir:

Micáceo - solos com predominância (> 40%) de micas (biotita, muscovita e outras), pela contagem de grãos na fração areia total e/ou cascalho;

Anfibolítico - solos com predominância (> 40%) de anfibólios, pela contagem de grãos na fração areia total e/ou cascalho;

Feldspático - solos com predominância (> 40%) de feldspatos, pela contagem de grãos na fração areia total e/ou cascalho; e

Silicoso - solos com predominância (> 90%) de quartzo, opala ou calcedônia, pela contagem de grãos na fração areia total e/ou cascalho.

Observação: A utilização destes termos é indicada para separação de classes no 5º nível categórico (famílias) do SiBCS, sempre que existirem as informações.

2.2.1.1.43 Mudança textural abrupta

Consiste em um considerável aumento no teor de argila dentro de uma pequena distância na zona de transição entre o horizonte A ou E e o horizonte subjacente B. Quando o horizonte A ou E tiver menos que 200g.kg⁻¹ de argila, o teor de argila do horizonte subjacente B, a uma distância vertical menor ou igual a 7,5cm, deve ser pelo menos o dobro do conteúdo do horizonte A ou E.

Quando o horizonte A ou E tiver 200g.kg⁻¹ ou mais de argila, o incremento de argila no horizonte subjacente B, determinado em uma distância vertical menor ou igual a 7,5cm, deve ser pelo menos 200g.kg⁻¹ a mais na fração terra fina (por exemplo: de 300g.kg⁻¹ para 500g.kg⁻¹ ou de 220g.kg⁻¹ para 420g.kg⁻¹).

Critério derivado de Soil map of the world (1974).



2.2.1.1.44 Plintita

É uma formação constituída de mistura de argila, pobre em húmus e rica em ferro, ou ferro e alumínio com quartzo e outros materiais. Ocorre em geral sob a forma de mosqueados vermelhos e vermelho-escuros, com padrões usualmente laminares, poligonais ou reticulares (Foto 152).

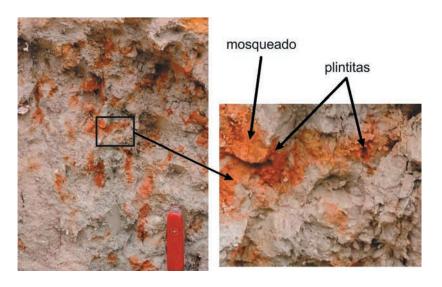


Foto 152 - Aspecto de ocorrência de plintita em horizonte plíntico. Foto: Sergio Hideiti Shimizu.

Quanto à gênese, a plintita se forma pela segregação de ferro em ambiente redutor, importando em mobilização, transporte e concentração final dos compostos de ferro que pode se processar em qualquer solo onde o teor de ferro for suficiente para permitir sua segregação, sob a forma de manchas vermelhas brandas, mais consistentes que a massa de solo circundante.

A plintita não endurece como resultado de um único ciclo de umedecimento e secagem. Depois de uma única secagem ela reumedece e pode ser dispersa em grande parte por agitação em água com agente dispersante. No solo úmido, a plintita é suficientemente macia, podendo ser cortada com a pá.

A plintita é um corpo distinto de material rico em óxido de ferro, é firme quando úmida e dura ou muito dura quando seca, tem diâmetro maior que 2mm e pode ser separada das concreções ferruginosas consolidadas (petroplintitas) que são extremamente firmes ou extremamente duras quando secas, e, pode ser também separada da matriz do solo, isto é, do material que a circunda (Foto 153).



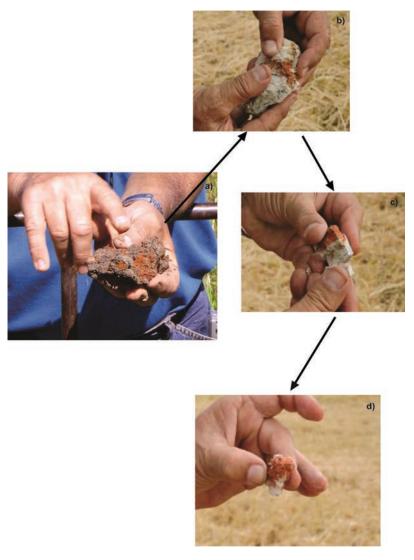


Foto 153 - Detalhe das ações para identificação de plintita. Identificação na amostra de solo (a), separação da plintita 1 (b), separação da plintita 2 (c) e plintita individualizada (d). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.

Suporta amassamentos e rolamentos moderados entre o polegar e o indicador, podendo ser quebrada com a mão. Quando submersa em água por espaço de duas horas não esboroa, mesmo submetida a suaves agitações periódicas, mas pode ser quebrada ou amassada após ter sido submersa em água por mais de duas horas. Suas cores variam entre matizes 10R a 7,5YR, estando comumente associadas a mosqueados que não são considerados plintita, como os bruno-amarelados, vermelho-amarelados ou corpos que são quebradiços ou friáveis ou firmes, mas desintegram-se quando pressionados pelo polegar e o indicador e esboroam na água. A plintita pode ocorrer em forma laminar, nodular, esferoidal ou irregular.



Testes de alternância de molhamento e secagem em amostras de plintita, num total de 5 ciclos, conduzidos em amostras de solos com e sem plintita, durante um período de 60 dias, no Laboratório de Física do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, revelaram que as amostras sem a plintita foram se fendilhando e se desfazendo em agregados cada vez menores até um material relativamente solto, enquanto na amostra com presença de plintita permaneceram agregados vermelhos estáveis, caracterizando então a plintita (Foto 154).

Critério derivado de *Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys* (1975) e Daniels e outros (1978).



Foto 154 - Amostra com plintita (acima) e amostra sem plintita (abaixo), após teste de laboratório. Foto: Paulo KlingerTito Jacomine.

2.2.1.1.45 Petroplintita

Material proveniente da plintita, que em condições de ressecamento acentuado sofre consolidação vigorosa, dando lugar à formação de nódulos ou concreções ferruginosas (ironstones, concreções lateríticas, cangas, tapanhoacangas) de dimensões e formas variadas, (laminar, nodular, esferoidal ou irregular), individualizadas ou aglomeradas, podendo mesmo configurar camadas maciças, contínuas, de espessura variável (Fotos 155 e 156). Critério derivado de Sys (1967) e Daniels e outros (1978).





Foto 155 - Petroplintita (canga laterítica). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 156 - Detalhe de petroplintita. Foto: Sergio Hideiti Shimizu.

2.2.1.1.46 Prefixos epi(...) e endo(...)

Epi(...): prefixo utilizado para designação de atributo que ocorre na parte superficial e/ ou dentro do solo até a profundidade máxima de 30cm. Exemplos: epiconcrecionário (Foto 157), epiálico, epieutrófico, epidistrófico.

Endo(...): prefixo utilizado para designação de atributo que ocorre a partir de profundidades maiores que 30cm (Foto 158). O atributo considerado pode ocorrer em uma seção de contínua ou intercalada, porém a partir de 30cm abaixo da superfície do solo. Exemplos: endoconcrecionário, endossaprolítico, endolítico, endoalítico, endocarbonático, endossálico, endossálico, endossódico, endotiomórfico, endoeutrófico, endodistrófico.

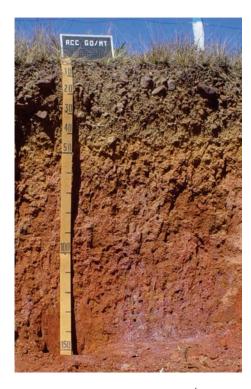


Foto 157 - Perfil de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico petroplíntico, epiconcrecionário. Porangatu (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 158 - Perfil de LATOSSOLO AMARELO Distrófico petroplíntico, endolitoplíntico. São Felix do Araguaia (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Tendo em vista as peculiaridades de cada área de estudo, uso e manejo do solo, é admitido incorporar outros atributos do solo e/ou adequar a seção de controle aqui proposta. Nestes casos, as alterações devem ser relatadas na metodologia do trabalho.

Observação: A utilização destes termos é prevista para separação de classes no 5º nível categórico do SiBCS. Atentar que sua utilização é quase sempre feita para complementar informações sobre determinadas características já contempladas em nível categórico mais elevado e que necessitam de maior detalhamento quanto a sua posição no perfil do solo.

2.2.1.1.47 Relação Ki

O índice Ki foi originalmente proposto por Harrassovitz (KEHRIG, 1949) para indicar a relação molar SiO₂/Al₂O₃ da fração argila do solo. É calculado da seguinte forma:

$$Ki = SiO_2/AI_2O_3 \times 1,70$$

Devido ao fato do índice Ki da caulinita corresponder a 2,0, esse valor foi estabelecido como limite entre solos muito intemperizados (Ki < 2,0) e pouco intemperizados (Ki > 2,0). No Brasil, é um dos referenciais empregados na definição de horizonte B latossólico (Ki < 2,2).

2.2.1.1.48 Relação textural

Representa a quantificação do incremento de argila, do horizonte superficial A para o horizonte B dos solos (gradiente textural). É calculada pela divisão do teor médio (média aritmética) de argila total do B (excluído o BC) pelos teores médios de A, de conformidade com os itens que seguem:

- a) quando o horizonte A for menor que 15cm de espessura, considerar uma espessura máxima de 30cm a partir do topo do horizonte B (inclusive BA) para o cálculo da média de argila do horizonte B (exclusive BC); e
- b) quando o horizonte A for igual ou maior que 15cm, considerar uma espessura, a partir do topo do horizonte B (inclusive BA), que seja o dobro da espessura do A para o cálculo da média de argila do horizonte B (exclusive BC).

Observações:

- Quando os subhorizontes do B somarem mais do que as espessuras especificadas nos itens a e b, deverão ser considerados os valores correspondentes às espessuras dos subhorizontes presentes dentro da profundidade de interesse.
- Esta característica assume importância crucial na distinção de horizontes diagnósticos como o B textural e o B plânico.

2.2.1.1.49 Saturação por bases (eutrofia e distrofia)

Refere-se à proporção (percentagem) de cátions básicos trocáveis em relação à capacidade de troca de cátions, determinada a pH 7. É empregada para distinguir condições de eutrofia e distrofia no 3º nível categórico do SiBCS. **Alta saturação** especifica valores de saturação por bases iguais ou superiores a 50% (**eutróficos**) e



baixa saturação especifica valores de saturação por bases inferiores a 50% (distróficos). Utiliza-se, ainda, o limite de 65% para auxiliar na identificação do horizonte A chernozêmico.

No Sistema, a aplicação deste critério obedece a recomendações específicas constantes na definição de cada classe para a seção de controle.

Quando o solo tiver saturação por bases alta e simultaneamente caráter sódico e/ou sálico ou salino, a saturação por base não é indicativa de fertilidade alta, pelo teor de sódio elevado e/ou pelos altos teores de sais solúveis. Também não é indicativo de fertilidade alta nos solos com textura nas classes areia e areia franca e valor S inferior a 1,0cmol₂.kg⁻¹.

2.2.1.1.50 Subgrupamentos de atividade da fração argila

Critério criado para separar classes do 5º nível categórico do SiBCS (**Famílias**) quando a separação subsequente da atividade de argila for relevante, mesmo aquelas que, por definição, sejam de atividade baixa (Latossolos) ou alta (Chernossolos, Luvissolos e Vertissolos).

Atividade muito baixa (Tmb) - valores menores que 8cmol .kg-1 de argila.

Atividade moderadamente baixa (Tmob) - valores de 8 a menor que 17cmol_c.kg⁻¹ de argila.

Atividade média (Tm) - valores de 17 a menor que 27cmol₂.kg⁻¹ de argila.

Atividade moderadamente alta (Tmoa) - valores de 27 a menor que 40cmol_c.kg⁻¹ de argila.

Atividade muito alta (Tma) - valores iguais ou maiores que 40cmol_a.kg⁻¹ de argila.

Esta característica deve ser considerada na maior parte do horizonte B (inclusive BA) ou no horizonte C (inclusive CA), quando não existe B, dentro da seção de controle que define a classe. Utilizar o símbolo para definir o subgrupamento de atividade da argila na classificação do solo. Critério não utilizado para solos de classes de textura areia e areia frança.

Devem ser utilizados como complementação na classificação do solo ao nível de Família, quando informações mais detalhadas se fizerem necessárias.

Observação - Caráter recém-criado. Em fase de validação.

2.2.1.1.51 Subgrupamentos de classes de textura

Os subgrupamentos de classes de textura ou subgrupamentos texturais se constituem em novo arranjamento das classes texturais ordinárias com o intuito de proceder maior separação ou maior detalhamento, principalmente entre os solos de textura mais leve, constituindo categorias distintas, por apresentarem diferentes comportamentos em relação às diversas demandas. São, portanto, instrumentos para auxílio na caracterização dos solos ao nível de **Família** do SiBCS.



São utilizados em substituição aos grupamentos texturais, quando informações mais detalhadas se fizerem necessárias.

São registrados também em notação simples, binária ou ternária e são separados segundo os seguintes critérios:

- Textura muito arenosa compreende a classe textural areia;
- Textura arenosa-média compreende a classe textural areia franca;
- *Textura média-arenosa* compreende a classe textural francoarenosa, com mais de 520g.kg⁻¹ de areia;
- Textura média-argilosa compreende a classe textural franco-argiloarenosa;
- *Textura média-siltosa* composição granulométrica com menos de 350g.kg⁻¹ de argila e mais de 150g.kg⁻¹ de areia, excluídas as classes texturais areia, areia franca, franco-argiloarenosa e francoarenosa com mais de 520g.kg⁻¹ de areia;
- *Textura siltosa* composição granulométrica com menos de 350g.kg⁻¹ de argila e menos de 150g.kg⁻¹ de areia;
- *Textura argilosa* composição granulométrica com conteúdo de argila entre 350g. kg⁻¹ e 600g.kg⁻¹; e
- *Textura muito argilosa* composição granulométrica com teor de argila superior a 600g.kg⁻¹.

Em solos com classes de subgrupamentos texturais variáveis em profundidade, considerar a seção de controle que define a classe de solo no nível categórico de ordem, admitindo-se no máximo uma notação ternária. A Figura 21 espacializa, na forma de um triângulo, os intervalos entre os quantitativos de cada um dos subgrupamentos de classes texturais.

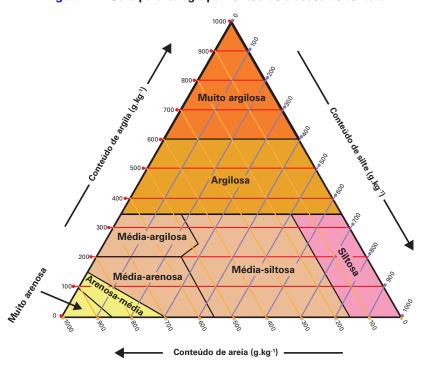


Figura 21 - Guia para subgrupamentos de classes de textura

Adaptado de Sistema brasileiro de classificação de solos (2013)



2.2.1.1.52 Teor de óxidos de ferro

O emprego do teor de óxidos de ferro (expresso na forma ${\rm Fe_2O_3}$ e obtido por extração com ataque sulfúrico) possibilita uma melhor separação das classes de solo. Considerando-se estes teores, pode-se separar os solos em:

hipoférrico - solos com baixo teor de óxidos de ferro: teores < 80g.kg⁻¹ de solo;

mesoférrico - solos com médio teor de óxidos de ferro: teores variando de 80 a < 180g.kg⁻¹ de solo;

férrico - solos com alto teor de óxidos de ferro: teores de 180 a < 360g.kg⁻¹ de solo; e **perférrico** - solos com muito alto teor de óxidos de ferro: teores ≥ 360 g.kg⁻¹ de solo.

Observações:

- 1) O termo férrico é empregado (em formação composta) no 3º nível da classe dos Nitossolos, para solos que apresentam teores de Fe₂O₃ (pelo H₂SO₄) iguais ou maiores que 150g.kg⁻¹ e menores que 360g.kg⁻¹ de solo. Em várias outras Ordens, é utilizado também no 3º nível (em formação composta), mas considerando o intervalo de 180g.kg⁻¹ a < 360g.kg⁻¹ de solo;
- 2) Os termos hipoférrico e mesoférrico são empregados para separar classes de solos no 5º nível categórico (famílias) do SiBCS; e
- 3) O termo perférrico é empregado para separar classes no 3º nível categórico de Cambissolos e Latossolos.

2.2.1.2 Outros atributos

Características ou propriedades dos solos, que por si só não diferenciam classes em nenhum nível categórico do SiBCS, porém são características auxiliares importantes para definição de alguns horizontes, ou mesmo de classes de solos.

2.2.1.2.1 Autogranulação self-mulching

Propriedade inerente a alguns materiais argilosos, manifesta pela formação de camada superficial de agregados geralmente granulares e soltos, fortemente desenvolvidos, resultantes de umedecimento e secagem. Quando destruídos pelo uso de implementos agrícolas, os agregados se recompõem normalmente pelo efeito de apenas um ciclo de umedecimento e secagem.

Critério conforme Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys (1975).

2.2.1.2.2 Gilgai

Microrrelevo típico de solos argilosos que têm alto coeficiente de expansão com aumento no teor de umidade. Consiste em saliências convexas distribuídas em áreas quase planas, ou configuram feição topográfica de sucessão de microdepressões e microelevações (Foto 159).

Critério conforme Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys (1975).



Foto 159 - Microrrelevo tipo gilgai. Foto extraída de Eswaran e outros (1999).

2.2.1.2.3 Minerais alteráveis

São aqueles instáveis principalmente em clima úmido, em comparação com outros minerais mais resistentes, tais como quartzo, zircão, rutilo e argilas do grupo das caulinitas. São considerados minerais alteráveis os seguintes:

- Minerais encontrados na fração menor que 0,002mm (fração argila): inclui todos os argilominerais do tipo 2:1, exceto a vermiculita com hidroxi-Al nas entrecamadas (VHE), comumente encontrada em Latossolos e alguns Argissolos e Nitossolos; e
- Minerais encontrados na fração entre 0,002 a 2mm (minerais das frações silte e areia): feldspatos, feldspatóides, minerais ferromagnesianos como piroxênios e anfibólios, vidros vulcânicos, zeolitas, apatita e micas, incluindo a muscovita que resiste por algum tempo à intemperização, mas que termina, também, desaparecendo.

Critério derivado de Mapa mundial de suelos: leyenda revisada (1990) e Keys to soil taxonomy (1994).

2.2.1.2.4 Relação silte/argila

Obtida dividindo-se o conteúdo de silte pelo de argila, resultantes da análise granulométrica. A relação silte/argila pode ser usada para avaliar o estádio de intemperismo de solos de regiões tropicais. É empregada em solos de textura francoarenosa ou mais fina e indica baixos teores de silte quando apresenta, na maior parte do horizonte B, valor inferior a 0,7 nos solos de textura média ou inferior a 0,6 nos solos de textura argilosa ou muito argilosa.

Essa relação pode ser usada como característica acessória para distinguir horizonte B latossólico de B incipiente, quando eles apresentam características morfológicas semelhantes, principalmente para solos cujo material de origem é proveniente da alteração de rochas do embasamento cristalino, como, por exemplo, rochas graníticas e gnáissicas.



2.2.1.3 Horizontes diagnósticos superficiais

2.2.1.3.1 Horizonte A antrópico

É um horizonte formado ou modificado pelo uso contínuo do solo pelo homem, como lugar de residência ou cultivo, por períodos prolongados, com adições de material orgânico em mistura ou não com material mineral e contendo fragmentos de cerâmicas e/ou artefatos líticos, e/ou restos de ossos e/ou conchas (Foto 160).

O horizonte A antrópico assemelha-se aos horizontes A chernozêmico ou A húmico, já que a saturação por bases é variável, e, geralmente, difere destes por apresentar teor de P₂O₅ solúvel em ácido cítrico mais elevado que na parte inferior do *solum*, ou pela presença de artefatos líticos e/ou cerâmica.

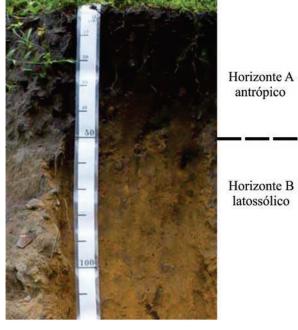


Foto 160 - Perfil de LATOSSOLO AMARELO Distrófico antrópico (Terra Preta de Índio). Parintins (AM). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

2.2.1.3.2 Horizonte A chernozêmico

É um horizonte mineral superficial, relativamente espesso, escuro (Foto 161), com alta saturação por bases, que mesmo após revolvimento superficial atenda às seguintes características:

- a) estrutura suficientemente desenvolvida, com agregação e grau de desenvolvimento predominantemente moderado ou forte, não sendo admitido simultaneamente estrutura maciça e consistência do solo quando seco, dura, muito dura ou extremamente dura. Prismas sem estrutura secundária, maiores que 30cm, também não são admitidos à semelhança de estrutura maciça;
- b) a cor do solo é de croma igual ou inferior a 3 quando úmido e valores iguais ou mais escuros que 3 quando úmido e que 5 quando seco. Se o horizonte superficial apresentar 400g.kg-1 ou mais de CaCO₃ equivalente, os limites de valor quando seco são relegados; e o valor quando úmido deve ser 5 ou menor;

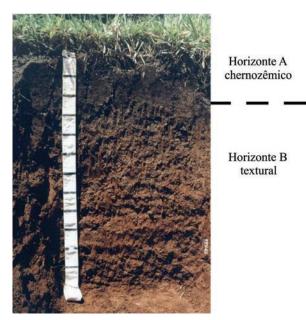


Foto 161 - Perfil de ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico. Juscimeira (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



- c) saturação por bases (V%) igual ou superior a 65% com predominância do íon Ca²⁺ e/ou Mg²⁺;
- d) o conteúdo de carbono orgânico é de 6g.kg⁻¹ ou mais em todo horizonte, conforme os critérios de espessura do item seguinte. Se devido à presença de 400g.kg⁻¹ ou mais de CaCO₃ equivalente, os requisitos de cor forem diferenciados do usual, o conteúdo de carbono orgânico deve ser de 25g.kg⁻¹ ou mais nos 18cm superficiais. O limite superior do teor de carbono orgânico, para caracterizar horizonte A chernozêmico, é o limite inferior excludente do horizonte hístico; e
- e) a espessura, incluindo horizontes transicionais, tais como AB, AE ou AC, mesmo quando revolvido o material do solo, deve atender a um dos seguintes critérios:
 - 10cm ou mais, se o horizonte A é seguido de contato com a rocha; ou
 - 18cm (no mínimo) e mais que um terço da espessura do *solum* (A + B), se este tiver menos que 75cm de espessura; ou
 - para solos sem horizonte B, 18cm (no mínimo) e mais que um terço da espessura dos horizontes A + C, se esta for inferior a 75cm de espessura; ou
 - 25cm (no mínimo) se o solum tiver 75cm ou mais de espessura

2.2.1.3.3 Horizonte A fraço

É um horizonte mineral superficial fracamente desenvolvido, seja pelo reduzido teor de coloides minerais ou orgânicos ou por condições externas de clima e vegetação, como as que ocorrem na zona semiárida com vegetação de caatinga hiperxerófila (Foto 162).

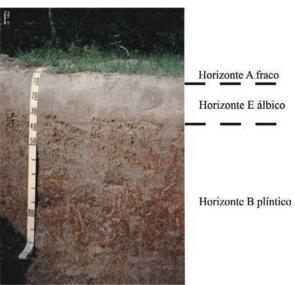


Foto 162 - Perfil de PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico. Poconé (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

O horizonte A fraco é identificado pelas seguintes características:

- cor do material de solo com valor > 4, quando úmido, e > 6, quando seco;
- estrutura em grãos simples, maciça ou com grau fraco de desenvolvimento;
- teor de carbono orgânico inferior a 6g.kg⁻¹, ou
- espessura menor que 5cm, independente das características acima (todo horizonte superficial com menos de 5cm de espessura é considerado fraco).



2.2.1.3.4 Horizonte A húmico

É um horizonte mineral superficial, com valor e croma (cor do solo úmido) iguais ou inferiores a 4 para solo úmido, saturação por bases (V%) inferior a 65% e que apresenta espessura e conteúdo de carbono orgânico dentro de limites específicos (Foto 163), conforme critérios a seguir:

- espessura mínima como a descrita para A chernozêmico;
- conteúdo de carbono orgânico inferior ao limite mínimo para caracterizar o horizonte hístico (< 80g.kg⁻¹); e
- conteúdo total de carbono igual ou maior que o valor obtido pela seguinte inequação:

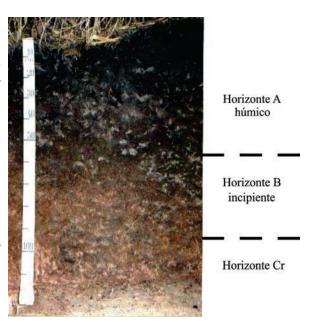


Foto 163 - Perfil de CAMBISSOLO HÚMICO Tb Distrófico típico. Campinápolis (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Σ (teor de carbono orgânico (g.kg⁻¹) de cada sub-horizonte A x espessura) \geq 60 + (0,1 x média ponderada de argila do horizonte superficial em g.kg⁻¹)

Observação: Para solos que apresentam apenas um horizonte superficial, ou seja, não apresentam suborizontes, o cálculo é efetuado considerando-se o teor de carbono desse horizonte, multiplicado pela sua espessura. Procedimento semelhante deve ser seguido para cálculo da média ponderada de argila.

A seguir são exemplificados os procedimentos para identificação de horizonte A húmico considerando-se um solo com as características abaixo:

Horizonte Ap com profundidade de 0 - 24cm, teor de argila de 278g.kg⁻¹ e teor de carbono de 40,6g.kg⁻¹ (4,06%); e

Horizonte AB com profundidade de 24 - 70cm, teor de argila de 296g.kg⁻¹ e teor de carbono de 14,1g.kg⁻¹ (1,41%).

1 - Determinação da espessura total em decímetros:

2 - Somatório do produto da espessura de cada horizonte (dm) pelo respectivo teor de carbono orgânico (g.kg⁻¹):

```
Ap - 2,4 x 40,6 = 97,4;
AB - 4,6 x 14,1 = 64,8; e
total = 162,2
```



3 - Cálculo da média ponderada de argila (g.kg-1)

Ap - 2,4 x 278 : 7,0 = 95,3; AB - 4,6 x 296 : 7,0 = 194,5;

média = 289,8

Empregando-se a equação:

 $162,2 > 60 + (0,1 \times 289,8g.kg^{-1})$, ou 162,2 > 88,98

Vê-se que o solo em questão satisfaz amplamente este requisito, mesmo que tivesse apenas o horizonte Ap.

Critério conforme Carvalho e outros (2003).

2.2.1.3.5 Horizonte A moderado

São incluídos nesta categoria horizontes superficiais que não se enquadram no conjunto das definições dos demais horizontes diagnósticos superficiais (Foto 164).

Em geral, o horizonte A moderado difere dos horizontes A chernozêmico, proeminente e húmico pela espessura e/ou cor e do horizonte A fraco pelo conteúdo de carbono orgânico e estrutura, não apresentando ainda os requisitos para caracterizar o horizonte hístico ou A antrópico.

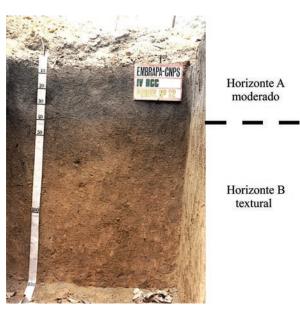


Foto 164 - Perfil de ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrúptico. São Mateus (ES), Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 165 - Perfil de GLEISSOLO MELÂNICOTO Distrófico típico. Nova Xavantina (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

2.2.1.3.6 Horizonte A proeminente

As características deste horizonte são comparáveis àquelas do A chernozêmico, no que se refere à cor, teor de carbono orgânico, consistência, estrutura e espessura, diferindo essencialmente, por apresentar saturação por bases (V%) inferior a 65% (Foto 165).

Difere do horizonte A húmico pelo conteúdo de carbono orgânico conjugado com a espessura e conteúdo de argila.



2.2.1.3.7 Horizonte hístico

É um tipo de horizonte de coloração preta (Foto 166), cinzento muito-escura ou brunada, em que predominam características relacionadas (determinadas) pelo elevado conteúdo de matéria orgânica. É resultante de acumulações de resíduos vegetais em graus variados de decomposição, depositados superficialmente, ainda que, no presente, possa encontrar-se recoberto por horizontes ou depósitos minerais ou camadas orgânicas mais recentes. Mesmo após revolvimento da parte superficial do solo (exemplo: por aração) ou após mistura com material mineral proveniente de camadas mais inferiores do solo (VALLADARES, 2003), os teores de carbono orgânico continuam atendendo ao critério para material orgânico (teor de carbono orgânico ≥ 80g.kg⁻¹).



Foto 166 - Perfil de ORGANOSSOLO FÓLICO Hêmico lítico. Urubici-SC. Foto: Sergio Hideiti Shimizu.

Compreende materiais depositados nos solos sob condições de excesso de água (horizonte H), por longos períodos ou todo o ano, ainda que no presente tenham sido artificialmente drenados, bem como materiais depositados em condições de drenagem livre (horizonte O), sem estagnação de água, condicionados pelo clima úmido, frio e de vegetação alto-montana.

O horizonte hístico ocorre em superfície ou pode estar soterrado por material mineral, devendo atender a um dos seguintes requisitos:

- a) espessura maior ou igual a 20cm; ou
- b) espessura maior ou igual a 40cm quando 75% (expresso em volume) ou mais do horizonte for constituído de tecido vegetal na forma de restos de ramos finos, raízes finas, cascas de árvores, excluindo as partes vivas; ou



c) espessura de 10cm ou mais quando sobrejacente a um contato lítico, ou a material fragmentar do tipo fragmentos de rocha (cascalho, calhaus e matacões) que ocupem mais de 90% em volume.

2.2.1.4 Horizontes diagnósticos subsuperficiais

Definem classes de solos nos níveis categóricos mais elevados do SiBCS.

2.2.1.4.1 Horizonte B espódico

Horizonte mineral subsuperficial, com espessura mínima de 2,5cm (excetuando o horizonte plácico, cuja expessura mínima é de 0,5cm), que apresenta acumulação iluvial de matéria orgânica humificada combinada com alumínio, podendo ou não conter ferro. O alumínio está sempre presente nos horizontes espódicos e deve ser essencial à sua formação.

Ocorre, normalmente, sob qualquer tipo de horizonte A ou sob um horizonte E (álbico ou não) que pode ser precedido por horizonte A ou por horizonte hístico (Foto 167).

É possível que o horizonte B espódico ocorra na superfície se o solo foi truncado, ou devido à mistura da parte superficial do solo pelo uso agrícola.

De um modo geral, o horizonte B espódico não apresenta organização estrutural definida, apresentando tipos de estrutura na forma de grãos simples ou maciça, podendo, eventualmente, ocorrer outros tipos de estrutura com fraco grau de desenvolvimento. No horizonte B espódico, são comuns partículas de areia e silte total ou parcialmente revestidas com uma fina película de material iluvial ou o preenchimento completo, ou quase completo, do espaço poroso com esse material.

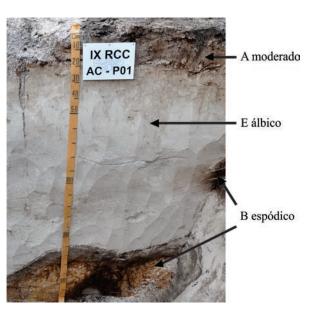


Foto 167 - Perfil de ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico espessarênico fragipânico. Cruzeiro do Sul (AC). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.

Em função dos compostos iluviais dominantes, e do grau de cimentação, podem ser identificados os seguintes tipos de horizontes, os quais podem ser encontrados isolados ou associados em um perfil de solo:

Bs - usualmente apresenta cores vivas de croma alto. São caracterizados pela acumulação (iluviação) de material amorfo, principalmente alumínio e ferro combinados com baixos conteúdos de matéria orgânica iluvial, exceto por padrões descontínuos na transição entre os horizontes A ou E para o B espódico. Suas cores geralmente estão centradas nos matizes 5YR, 7,5YR ou 10YR, com valor 4 ou 5 (no máximo 6), e croma variando de 4 a 8;

Bhs - identificado pelo acúmulo expressivo de matéria orgânica iluvial combinada com compostos de alumínio e ferro, que podem estar distribuídos em faixas, ou como mosqueados, ou aglomerados, ou estrias, formando padrões heterogêneos no horizonte. Horizontes Bhs contêm quantidades significativas de ferro e alumínio extraíveis por oxalato (**Feo e Alo**), entretanto os limites ainda precisam ser estabelecidos para solos brasileiros. Em geral, os horizontes identificados como Bhs têm matizes variando de 2,5YR a 10YR, valor/croma de 3/4, 3/6, 4/3 ou 4/4;

Bh - são caracterizados pelo acúmulo iluvial de complexos matéria orgânica-alumínio, com pouca ou nenhuma evidência de ferro. O horizonte é relativamente uniforme lateralmente Dominam nos horizontes identificados como Bh cores escuras, com valor <4 e croma <3; e

Ortstein - O horizonte B espódico também pode se apresentar sob a forma consolidada, denominada ortstein (Bsm, Bhsm ou Bhm). De espessura mínima de 2,5cm, apresenta-se contínuo ou praticamente contínuo, fortemente cimentado, geralmente por complexos organometálicos. A consistência muito firme ou extremamente firme é geralmente independente do teor de umidade do solo (Foto 168).

Combinações dos horizontes acima podem ocorrer ao longo do perfil, como Bh - Bhs, Bh - Bs, ou Bh - Bs - Bsm, etc., com variações de transição, espessura, padrões de cor e outros atributos morfológicos.

Horizonte plácico - Outro horizonte que pode ocorrer associado ou como variação do B espódico é o Plácico (do grego plax, pedra chata, significando um fino horizonte cimentado). É um horizonte fino, de cor preta ou vermelho-escura, que é aparentemente cimentado por ferro (ou ferro e manganês) e matéria orgânica. Raramente é paralelo à superfície do terreno. Em geral, apresenta-se com forma ondulada e convolam (mudam de direção) em poucos centímetros (Foto 169).



Foto 168 - Ortstein. Unidade de Execução de Pesquisa de Itapirema. Goiana (PE). Foto: Paulo KlingerTito Jacomine



Foto 169 - Horizonte plácico em ARGISSOLO AMARELO. Goiana (PE). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Este horizonte constitui um impedimento à passagem da água e ao desenvolvimento das raízes das plantas. Existem poucos registros da ocorrência deste horizonte e, portanto, da variabilidade de atributos, tais como espessura e constituição. Em vista do conhecimento atual, o horizonte plácico deve atender aos seguintes requisitos:

- a) o horizonte é cimentado ou endurecido por ferro ou ferro e matéria orgânica, acompanhados ou não de outros agentes cimentantes;
- b) o horizonte é contínuo lateralmente, exceto por fendas verticais espaçadas de, pelo menos, 10cm através das quais pode haver penetração do sistema radicular; e
- c) o horizonte tem uma espessura mínima de 0,5cm e máxima inferior a 2,5cm. Quanto não está associado a horizontes espódicos e Espodossolos (horizontes B incipientes de Cambissolos, por exemplo) não há exigência de espessura máxima.

O horizonte plácico diferencia-se do ortstein somente pela espessura. Quando presente em Espodossolos a sua espessura é inferior a 2,5cm, enquanto o ortstein apresenta espessura igual ou superior a esse valor.

Em síntese, o horizonte B espódico é aquele que tem espessura mínima variável, dependendo do seu tipo, com acumulação iluvial de compostos organometálicos, sendo que o alumínio está sempre presente, podendo ou não conter ferro e apresenta uma ou mais das seguintes características:

- a) um horizonte E (álbico ou não) sobrejacente e cores úmidas de acordo com um dos itens a seguir:
 - Matiz 5YR ou mais vermelho;
 - Matiz 7,5YR com valor 5 ou menor e croma 4 ou menor;
 - Matiz 10YR, com valor e croma 3 ou menor; e
 - Cores neutras com valor 3 ou menor (N 3/).
- b) uma das cores do item anterior ou matiz 7,5YR com valor 5 ou menor e croma 5 ou 6, ou matiz 10YR com valor 5 ou menor e croma menor que 6 e apresentando uma ou mais das seguintes características:
 - 1) Cimentação por matéria orgânica e alumínio, com ou sem ferro, em 50% ou mais do horizonte e consistência firme ou muito firme nas partes cimentadas;
 - 2) Quando de textura arenosa ou média, os grãos de areia apresentam revestimentos fendilhados de matéria orgânica e alumínio (podendo ou não conter ferro); e
 - 3) Percentagem de alumínio mais metade da percentagem de ferro (determinados pelo oxalato de amônio) com valor 0,50 ou maior, sendo este valor pelo menos o dobro do encontrado no horizonte sobrejacente, seja A ou E.
- c) qualquer cor se o horizonte é continuamente cimentado por uma combinação de matéria orgânica e alumínio com ou sem ferro (ortstein), apresentando consistência quando úmido muito firme ou extremamente firme.

Critérios derivado de World reference base for soil resources: draft (1994); Isbell (1998); e Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys (1999).



2.2.1.4.2 Horizonte B incipiente

Trata-se de horizonte subsuperficial, subjacente a horizonte A, Ap ou AB, que sofreu alteração física e química em grau não muito avançado, porém suficiente para o desenvolvimento de cor ou de estrutura, e no qual mais da metade do volume de todos os sub-horizontes não deve consistir em estrutura da rocha original (Foto 170).

O horizonte B incipiente para ser diagnóstico deve ter no mínimo 10cm de espessura e apresentar as seguintes características:

- não satisfaz os requisitos estabelecidos para caracterizar um horizonte B textural, B nítico, B espódico, B plânico e B latossólico, além de não apresentar também cimentação, endurecimento (duripã e horizonte petrocálcico) ou consistência quebradiça quando úmido (fragipã), ademais não apresenta quantidade de plintita requerida para horizonte plíntico e nem expressiva evidência de redução distintiva de horizonte glei;



Foto 170 - Perfil de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico chernossólico. Nazaré da Mata (PE). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

- apresenta dominância de cores brunadas, amareladas e avermelhadas, com ou sem mosqueados ou cores acinzentadas com mosqueados, resultantes da segregação de óxidos de ferro;
- a textura do horizonte B incipiente é francoarenosa ou mais fina;
- desenvolvimento de estrutura do solo (agregados ou peds), e ausência da estrutura da rocha original, em 50% ou mais do seu volume;
- evidências de desenvolvimento pedogenético através de uma ou mais das seguintes formas:

a) teor de argila mais elevado ou cromas mais fortes ou matiz mais vermelho do que o horizonte subjacente; conteúdo de argila menor, igual ou pouco maior que a do horizonte A, desde que não satisfaça os requisitos para um horizonte B textural; e



b) evidência de remoção de carbonatos, refletida particularmente por ter um conteúdo de carbonato mais baixo do que o horizonte de acumulação de carbonatos subjacente; presença de alguns fragmentos parcialmente livres de revestimento se todos os fragmentos grosseiros no horizonte subjacente estão completamente revestidos com calcário; ausência de fragmentos revestidos por calcário, se os fragmentos grosseiros no horizonte subjacente estão cobertos apenas na parte basal.

O horizonte B incipiente pode apresentar características morfológicas semelhantes às de um horizonte B latossólico, diferindo deste por apresentar um ou mais dos seguintes requisitos:

- capacidade de troca de cátions, sem correção para carbono, de 17cmol_c.kg⁻¹ de argila ou maior;
- 4% ou mais de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo), ou 6% ou mais de muscovita, determinados na fração areia, porém referidos a 100g de TFSA;
- relação molecular SiO₂/Al₂O₃ (Ki), determinada na/ou correspondendo à fração argila, maior que 2,2;
- espessura menor que 50cm; e
- 5% ou mais do volume do solo apresenta estrutura da rocha original, como estratificações finas, ou saprolito, ou fragmentos de rocha semi ou não intemperizada.

Quando um mesmo horizonte satisfizer, coincidentemente, os requisitos para ser identificado como B incipiente e vértico, será conferida precedência diagnóstica ao horizonte vértico para fins taxonômicos.

No caso de muitos solos, abaixo de outros horizontes diagnósticos B (textural, espódico, latossólico, plânico, etc.), pode haver um horizonte de transição para o C, no qual houve intemperização e alterações comparáveis àquelas do horizonte B incipiente, porém o citado horizonte transicional não é considerado um horizonte B incipiente em razão de sua posição em sequência a um horizonte de maior expressão de desenvolvimento pedogenético.

Corresponde, em parte, ao cambic horizon conforme Keys to soil taxonomy (1994).

2.2.1.4.3 Horizonte B latossólico

É um horizonte mineral subsuperficial, cujos constituintes evidenciam avançado estágio de intemperização, explícito pela transformação quase completa dos minerais facilmente alteráveis, seguida de intensa dessilicificação, lixiviação de bases e concentração residual de sesquióxidos e/ou argilominerais do tipo 1:1 e minerais primários resistentes ao intemperismo. Em geral, é constituído por quantidades variáveis de óxidos de ferro e de alumínio, argilominerais do tipo 1:1, quartzo e outros minerais mais resistentes ao intemperismo.

Na constituição do horizonte B latossólico, não deve restar mais do que 4% de minerais primários alteráveis (pouco resistentes ao intemperismo) ou 6% no caso de muscovita, determinados na fração areia e referidos à fração terra fina. A fração menor que 0,05mm (silte + argila) poderá apresentar pequenas quantidades de argilominerais interestratificados ou ilitas, mas não deve conter mais do que traços de argilominerais do grupo das esmectitas. Não deve ter mais de 5% do volume da massa do horizonte B latossólico que mostre estrutura da rocha original, como estratificações finas, ou saprólito, ou fragmentos de rochas pouco resistentes ao intemperismo.

O horizonte B latossólico deve apresentar espessura mínima de 50cm, textura francoarenosa ou mais fina e baixos teores de silte. Em geral, apresenta relação silte/ argila inferior a 0,7 nos solos de textura média e inferior a 0,6 nos solos de textura argilosa ou muito argilosa, na maioria dos sub-horizontes do B (exclusive BC) até a profundidade de 200cm (ou 300cm se o horizonte A exceder a 150cm de espessura) (foto 171). A relação silte/argila pode não ser atendida quando o solo se origina de sedimentos ou de materiais de origem em que o teor de silte elevado não reflete a presença de minerais primários intemperizáveis.

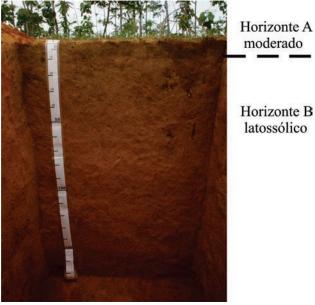


Foto 171 - Perfil de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico. Juruena (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

O horizonte B latossólico pode apresentar, no máximo, cerosidade pouca e fraca. Pode conter mais argila do que o horizonte sobrejacente, porém o incremento da fração argila com o aumento da profundidade é pequeno, de maneira que comparações feitas a intervalos de 30cm ou menos entre os horizontes A e B, ou dentro da seção de controle para cálculo da relação textural, apresentam diferenças menores que aquelas necessárias para caracterizar um horizonte B textural.

Alguns horizontes B latossólicos apresentam valores de pH determinados em solução de KCl 1mol.L¹ mais elevados que os determinados em H₂O, evidenciando saldo de cargas positivas, características condizentes com estádio de intemperização muito avançado.

A capacidade de troca de cátions no horizonte B latossólico deve ser menor do que 17cmol_x·kg⁻¹ de argila, sem correção para carbono.

A relação molecular SiO₂/Al₂O₃ (Ki) no horizonte B latossólico é menor do que 2,2, sendo normalmente inferior a 2,0.

O horizonte B latossólico apresenta diferenciação muito pouco nítida entre os seus sub-horizontes, com transição de maneira geral difusa.



O limite superior do horizonte B latossólico, em alguns casos, é difícil de ser identificado no campo, por apresentar muito pouco contraste de transição com o horizonte que o precede, verificando-se nitidez de contraste quase que somente de cor e de estrutura entre a parte inferior do horizonte A e o horizonte B latossólico.

A estrutura neste horizonte pode ser fortemente desenvolvida, quando os elementos de estrutura forem granulares, de tamanho muito pequeno e pequeno, ou fraca e mais raramente de desenvolvimento moderado, quando se tratar de estrutura em blocos subangulares. A consistência do material do horizonte B, quando seco, varia de macia a muito dura e de friável a muito friável, quando úmido.

Admitem-se variações de estrutura e consistência (critérios ainda em fase de validação) para os horizontes B latossólicos com caráter retrátil².

Usualmente apresenta alto grau de floculação nos suborizontes mais afastados da superfície e com menores teores de matéria orgânica, o que evidencia a pouca mobilidade das argilas e a alta resistência à dispersão. Muitos solos de textura média, principalmente aqueles com mais baixos teores de argila e os menos intemperizados podem não apresentar alto grau de floculação.

Em síntese, o horizonte B latossólico é um horizonte subsuperficial que não apresenta características diagnósticas de horizonte glei, B textural, B nítico e horizonte plíntico, encontra-se presente abaixo de qualquer horizonte diagnóstico superficial, exceto o hístico, e deve atender a todas as características abaixo relacionadas:

- Estrutura fraca, moderada ou forte, muito pequena a pequena granular, ou em blocos subangulares de grau fraco ou moderado;
- Espessura mínima de 50cm;
- Menos de 5% do volume que mostre estrutura da rocha original, como estratificações finas, ou saprolito, ou fragmentos de rocha semi ou não intemperizada;
- Textura francoarenosa ou mais fina;
- Relação molecular SiO₂/Al₂O₃ (Ki) determinada na ou correspondente à fração argila, igual ou inferior a 2,2, sendo normalmente menor que 2,0;
- Menos de 4% de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo) ou menos de 6% de muscovita na fração areia, porém referidos à TFSA, podendo conter na fração menor que 0,05mm (silte + argila) não mais que traços de argilominerais do grupo das esmectitas e somente pequenas quantidades de ilitas, ou de argilominerais interestratificados;
- Capacidade de troca de cátions menor que 17cmol_c.kg⁻¹ de argila, sem correção para carbono; e
- Cerosidade, quando presente, é no máximo pouca e fraca.
- Capacidade de troca de cátions menor que 17cmolc.kg-1 de argila, sem correção para carbono; e
- Cerosidade, quando presente, é no máximo pouca e fraca.

Corresponde em parte ao oxic horizon, conforme Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys (1975, 1999).

² a) O horizonte B latossólico com caráter retrátil deve atender aos seguintes requisitos: a estrutura observada no solo, quando úmido, se for do tipo blocos possui grau de desenvolvimento inferior a moderado. Blocos angulares, se ocorrerem, são poucos, e a estrutura prismática, se presente, é fraca; e b) a consistência do solo, quando úmido, não pode ser firme, muito firme ou extremamente firme e quando seco, é muito dura ou extremamente dura.



2.2.1.4.4 Horizonte B nítico

Horizonte mineral subsuperficial, não hidromórfico, de textura argilosa ou muito argilosa, sem incremento de argila do horizonte A para B ou com pequeno incremento, com relação textural B/A sempre inferior ou igual a 1,5. Apresenta argila de atividade baixa ou caráter alítico.

A estrutura, de grau de desenvolvimento moderado ou forte, é em blocos subangulares e/ou angulares ou prismática, que deve ser composta de blocos.

Apresenta cerosidade em quantidade e grau de desenvolvimento no mínimo comum e moderado e/ou superfícies de compressão (foscas ou brilhantes). O horizonte B nítico

apresenta transição gradual ou difusa entre os seus suborizontes e pode ser encontrado na superfície se o solo foi erodido (Foto 172).

Em suma, deve atender aos seguintes requisitos:

- espessura de 30cm ou mais, a não ser que o solo apresente contato lítico nos primeiros 50cm de profundidade, quando deve apresentar pelo menos 15cm;
- textura argilosa ou muito argilosa;
- estrutura em blocos ou prismática com grau moderado ou forte, associada à cerosidade em quantidade no mínimo comum e com grau forte ou moderado de desenvolvimento; e

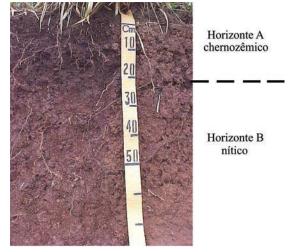


Foto 172 - Perfil de NITOSSOLO VERMELHO Eutroférrico típico. Ceres (GO). Foto: Huberto José Kliemann.

- argila de atividade baixa (Tb) ou caráter alítico.

Admitem-se variações de estrutura, consistência e cerosidade (critérios ainda em fase de validação) para os horizontes níticos com caráter retrátil, os quais devem atender aos seguintes requisitos:

- a) a estrutura observada no solo, quando úmido, se for do tipo em blocos subangulares ou angulares possui grau de desenvolvimento moderado ou forte; ou se for prismática deve ter grau moderado ou forte, que se individualiza em blocos também de grau moderado ou forte;
- b) a consistência do solo, quando úmido, é no mínimo firme e, quando seco, é muito dura ou extremamente dura; e
- c) admite-se cerosidade em grau fraco e quantidade pouca e/ou superfícies de compressão (foscas e/ou brilhantes).

Nota: Os horizontes B textural e B nítico não são mutuamente excludentes. A distinção entre Nitossolos e Argissolos Vermelhos ou Vermelho-Amarelos é feita pelos teores de argila, pelo gradiente textural, pela manifestação da cerosidade e pela variação de cor em profundidade no perfil de solo (policromia).



Observações:

- A policromia (variação acentuada da cor em profundidade no perfil) não é admitida para os Nitossolos. Nestes, a variação de cor deve atender aos seguintes critérios:
- 1) Para solos apresentando cores dos horizontes A e B, exceto BC, dentro de uma mesma página de matiz, admitem-se variações de no máximo 2 unidades para valor e/ou 3 unidades para croma.
- 2) Para solos apresentando cores dos horizontes A e B, exceto BC, em duas páginas de matiz, admitem-se variações de ≤ 1 unidade para valor e ≤ 2 unidades para croma.
- 3) Para solos apresentando cores dos horizontes A e B, exceto BC, em mais de duas páginas de matiz, não se admite variação para valor e admite-se variação de ≤ 1 unidade para croma.
- Em todas as situações, admite-se variação de uma unidade a mais que a indicada para solos intermediários (latossólicos, rúbricos, etc.) ou quando a diferença ocorrer entre o horizonte A mais superficial e horizonte(s) da parte inferior do perfil, situado(s) a mais de 100cm da superfície do solo.
- Constitui matéria ainda em estado de teste e ajustes. Portanto aconselha-se, sempre, verificar eventuais alterações nos meios oficiais de divulgação do SiBCS.

2.2.1.4.5 Horizonte B plânico

É um tipo especial de horizonte B textural, com ou sem caráter sódico, subjacente a horizontes A ou E, apresentando mudança textural abrupta ou transição abrupta associada à relação textural com valor dentro do especificado para o horizonte B textural, porém calculada entre o primeiro suborizonte B e o horizonte imediatamente acima (A ou E) conforme abaixo:

"incremento de argila total do horizonte A para B, dentro de uma seção de controle definida em função da espessura do horizonte A, suficiente para que a relação textural B/A³ satisfaça uma das alternativas abaixo:

- 1) nos solos com mais de 400g de argila/kg de solo no horizonte A, relação maior que 1,50; ou
- 2) nos solos com 150 a 400g de argila/kg de solo no horizonte A, relação maior que 1.70: ou
- 3) nos solos com menos de 150g de argila/kg de solo no horizonte A, relação maior que 1,80."

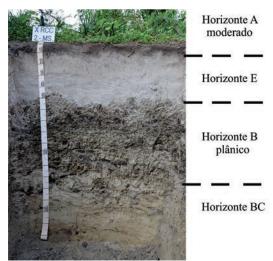
Apresenta estrutura prismática, ou colunar, ou em blocos angulares e subangulares grandes ou médios, e, às vezes, maciça, permeabilidade lenta ou muito lenta e cores acinzentadas ou escurecidas, podendo ou não possuir cores neutras de redução, com ou sem mosqueados (Foto 173). Este horizonte pode ser responsável pela formação de lençol de água suspenso, de existência temporária e, normalmente, apresenta teores elevados de argila dispersa.

³ Calculada pela divisão da média aritmética do teor de argila total do horizonte B (excluído o BC) pela média de argila total de A, em conformidade com os itens que se seguem:a) Se o horizonte A tem menos que 15cm de espessura, considerar uma espessura máxima de 30cm a partir do topo do horizonte B (inclusive BA) para o cálculo da média de argila no B (exclusive BC); e b) Se o horizonte A tem 15cm ou mais, considerar uma espessura, a partir do topo do horizonte B (inclusive BA), que seja o dobro da espessura de A para cálculo da média de argila no B (exclusive BC).



As cores do horizonte plânico refletem a sua baixa permeabilidade e devem atender a pelo menos um dos seguintes requisitos:

- a) cor da matriz (com ou sem mosqueados) matiz 10YR ou mais amarelo, cromas ≤ 3, ou excepcionalmente 4; ou matizes 7,5YR ou 5YR, cromas ≤ 2;
- b) coloração variegada com pelo menos uma cor apresentando matiz e croma conforme especificado no item a; ou
- c) solos com matiz 10YR ou mais amarelo, cromas ≥ 4, combinado com um ou mais mosqueados, tendo cromas conforme especificado no item a.



amarelo, cromas ≥ 4, combinado Foto 173 - Perfil de PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico. Fazenda Nhumirim. Corumbá (MS). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.

Para fins taxonômicos, o horizonte B plânico tem precedência diagnóstica sobre o horizonte glei, e perde em precedência para o horizonte plíntico, exceto quando com caráter sódico.

2.2.1.4.6 Horizonte B textural

É um horizonte mineral subsuperficial com textura francoarenosa ou mais fina (mais de 150g.kg⁻¹ de argila), onde houve incremento de argila, orientada ou não, desde que não exclusivamente por descontinuidade de material originário, resultante

de acumulação ou concentração absoluta ou relativa decorrente de processos de iluviação e/ou formação in situ e/ou herdada do material de origem e/ou infiltração de argila ou argila mais silte, com ou sem matéria orgânica e/ou destruição de argila no horizonte A e/ou perda de argila no horizonte A por erosão diferencial. O conteúdo de argila do horizonte B textural é maior que o do horizonte A ou E e pode ou não ser maior que o do horizonte C (Foto 174).

Este horizonte pode ser encontrado à superfície se o solo foi parcialmente truncado por erosão.

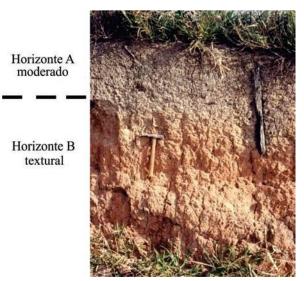


Foto 174 - Perfil de ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico. Cerquilho (SP). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



A natureza coloidal da argila a torna suscetível de mobilidade com a água no solo se a percolação é relevante. Na deposição em meio aquoso, as partículas de argilominerais, usualmente de formato laminar, tendem a repousar aplanadas no local de apoio. Transportadas pela água, as argilas translocadas tendem a formar películas, com orientação paralela às superfícies que revestem, ao contrário das argilas formadas *in situ*, que apresentam orientação desordenada. Entretanto, outros tipos de revestimento de material coloidal inorgânico são também levados em conta como características de horizonte B textural e reconhecidos como cerosidade.

A cerosidade considerada na identificação do B textural é constituída por revestimentos de materiais coloidais minerais que, se bem-desenvolvidos, são facilmente perceptíveis pelo aspecto lustroso e brilho graxo, na forma de preenchimento de poros e revestimentos de unidades estruturais (agregados ou peds).

Nos solos sem macroagregados, apresentando grãos simples ou maciça, a argila iluvial apresenta-se sob a forma de revestimento nos grãos individuais de areia, orientada de acordo com a superfície dos mesmos ou formando pontes ligando os grãos.

Na identificação de campo da maioria dos horizontes B texturais, a cerosidade é importante. No entanto, a simples ocorrência de cerosidade pode não ser adequada para caracterizar o horizonte B textural, sendo necessário conjugá-la com outros critérios auxiliares, pois, devido ao escoamento turbulento da água por fendas, o preenchimento dos poros pode se dar em um único evento de chuva ou inundação. Por esta razão, a cerosidade num horizonte B textural deverá estar presente em diferentes faces das unidades estruturais e não, exclusivamente, nas faces verticais.

Será considerada como B textural a ocorrência de lamelas, de textura francoarenosa ou mais fina, que, em conjunto, perfaçam 15cm ou mais de espessura, admitindo-se que entre as mesmas possa ocorrer material das classes de texturais areia e areia franca.

Pode-se dizer que um horizonte B textural se forma sob um horizonte ou horizontes superficiais, e apresenta espessura que satisfaça uma das condições abaixo:

- a) ter pelo menos 10% da soma das espessuras dos horizontes sobrejacentes e no mínimo 7,5cm; ou
- b) ter 15cm ou mais, se os horizontes A e B somarem mais que 150cm; ou
- c) ter 15cm ou mais, se a textura do horizonte E ou A for areia franca ou areia; ou
- d) se o horizonte B for inteiramente constituído por lamelas, estas devem ter, em conjunto, espessura superior a 15cm; ou
- e) se a textura for média ou argilosa, o horizonte B textural deve ter espessura de pelo menos 7,5cm.

Em adição a isto, o horizonte B textural deve atender a um ou mais dos requisitos a seguir:

f) presença de horizonte E no *sequum* acima do horizonte B considerado, desde que o B não satisfaça os requisitos para horizonte B espódico, plíntico ou plânico;



- g) grande aumento de argila total do horizonte A para o B, o suficiente para que haja uma mudança textural abrupta;
- h) incremento de argila total do horizonte A para o B, dentro de uma seção de controle definida em função da espessura do horizonte A, suficiente para que a relação textural B/A satisfaça uma das alternativas abaixo:
- nos solos com mais de 400g.kg⁻¹ de argila no horizonte A, a relação deve ser maior que 1,5; ou
- nos solos com 150 a 400g.kg⁻¹ de argila no horizonte A, a relação deve ser maior que 1,7; ou
- nos solos com menos de 150g.kg⁻¹ de argila no horizonte A, a relação deve ser maior que 1,8.
- i) quando o incremento de argila total do horizonte A para o B for inferior ao especificado no item h, o horizonte B deve satisfazer às condições de um dos itens seguintes:
 - solos com horizonte B de textura média e com ausência de macroagregados devem apresentar argila iluvial, representada por cerosidade moderada, sob forma de revestimentos nos grãos individuais de areia, orientada de acordo com a superfície dos mesmos ou formando pontes ligando os grãos.
 - solos com horizonte B de textura média e com estrutura prismática e/ou em blocos de grau moderado ou forte devem apresentar cerosidade no mínimo moderada em um ou mais suborizontes, da parte superior do B.
 - solos com horizonte B de textura argilosa ou muito argilosa e com estrutura prismática e/ou em blocos de grau moderado ou forte, devem apresentar cerosidade no mínimo comum e fraca ou pouca e moderada (não admitindo, portanto, cerosidade pouca e fraca) em um ou mais suborizontes da parte superior do B.
 - solos com relação textural B/A igual ou maior que 1,4, conjugada com presença de fragipã dentro de 200cm da superfície, desde que não satisfaça os requisitos para horizonte B espódico.
- j) se o perfil apresentar descontinuidade litológica entre o horizonte A ou E e o horizonte B textural (principalmente em solos desenvolvidos de materiais recentes, como sedimentos aluviais) ou se somente uma camada arada encontra-se acima do horizonte B textural, este necessita satisfazer um dos requisitos especificados nos itens h e/ou i.

Os conceitos estabelecidos para horizonte B textural são derivados de *argillic horizon*, de *Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys* (1975, 1999).

Nota: Os horizontes B textural e B nítico não são mutuamente excludentes. A distinção entre Argissolos e Nitossolos é feita pelos teores de argila, pelo gradiente textural, pela manifestação da cerosidade e pela variação de cor em profundidade no perfil de solo (policromia), conforme critérios constantes na definição de B nítico (item 2.2.1.4.4).

Delgados horizontes iluviais (menores que 7,5cm de espessura), que comumente ocorrem sob ou dentro de horizonte eluvial (E), recebem a denominação de lamelas. Eventualmente, podem ocorrer dentro de horizonte intermediário AE ou EA (Foto 175).



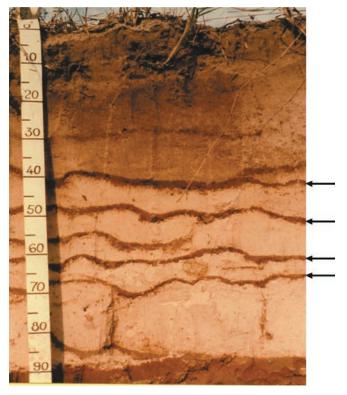


Foto 175 - Lamelas em perfil de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico arênico, abrúptico. São Pedro (SP). Foto extraída da página Slideplayer, na Internet, disponível em: http://slideplayer.com.br/slide/1803744/>.

Quando no conjunto totalizam espessura maior ou igual a 15cm, caracterizam horizonte B textural, desde que satisfeita a condição de textura francoarenosa ou mais fina. Em relação ao horizonte eluvial sobrejacente, têm maior conteúdo de argila e normalmente cromas mais elevados, matizes mais avermelhados ou menores valores, ou combinação destas.

Pode ocorrer uma única lamela isoladamente num perfil de solo, mas comumente ocorrem em maior número, separadas por horizontes eluviais.

Na seção vertical do perfil, apresentam-se como finas camadas, nem sempre contínuas, em geral com transição ondulada e com espessura variável.

Quando presentes deverão ser coletadas para determinações laboratoriais e ter sua morfologia descrita separadamente do horizonte E no qual estão inseridas, tomandose por base a unidade mais representativa.

No Brasil, são muito comuns em solos dos arenitos do grupo Bauru, nos Estados de São Paulo e do Paraná.

Derivado do conceito de lamellae, de Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys (1999).

2.2.1.4.7 Horizonte concrecionário

São horizontes normalmente característicos de solos de zonas tropicais do planeta, encontrados, tanto em solos de boa drenagem, onde, via de regra se tratam de resquícios de um clima pretérito diferenciado, como em solos de drenagem restrita de baixadas, planícies, terraços, depressões, etc., onde quase sempre têm formação atual e ocupam as posições de drenagem mais favorecida no perfil do solo. Nesta última situação, é comum ocorrerem sobrejacentes a horizontes plínticos.

A presença excessiva de petroplintita constitui limitação forte ao desenvolvimento de raízes.



É constituído de 50% ou mais, por volume, de material grosseiro com predomínio de petroplintita do tipo concreções ou nódulos de ferro ou ferro e alumínio, numa matriz terrosa de textura variada ou matriz de material mais grosseiro, identificado como horizonte Ac, Ec, Bc ou Cc.

O horizonte concrecionário, para ser diagnóstico, deve apresentar no mínimo 30cm de espessura (Foto 176).

Quando um mesmo horizonte satisfizer, coincidentemente, os requisitos para horizonte concrecionário e para qualquer um dos seguintes horizontes: B textural; B latossólico; B nítico; B incipiente; horizonte plânico (excetuando B plânico de caráter sódico); horizonte glei ou qualquer tipo de horizonte A, será a ele conferida precedência taxonômica.

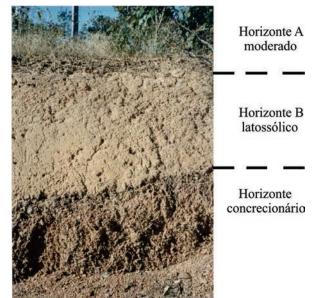


Foto 176 - Perfil de LATOSSOLO AMARELO Distrófico petroplíntico. Natividade (TO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Critério derivado de Reunião técnica de levantamento de solos (1979); Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento: normas em uso pelo SNLCS (1988); Mapa mundial de suelos: leyenda revisada (1990); e World reference base for soil resources: draft (1994).

2.2.1.4.8 Horizonte glei

É um horizonte mineral subsuperficial ou eventualmente superficial, com espessura de 15cm ou mais, caracterizado por redução de ferro e prevalência do estado reduzido, no todo ou em parte, devido principalmente à água estagnada, como evidenciado por cores neutras ou próximas de neutras na matriz do horizonte, com ou sem mosqueados de cores mais vivas (Foto 177). Trata-se de horizonte fortemente influenciado pelo lençol freático e regime de umidade redutor, virtualmente livre de oxigênio dissolvido em razão da saturação por água durante todo o ano, ou pelo (DF). Foto: Eduardo Guimarães Couto. menos por um longo período, associado à demanda de oxigênio pela atividade biológica.



Foto 177 - Horizonte glei em perfil de GLEISSOLO HÁPLICOTb Distrófico plíntico. Brasília (DF). Foto: Eduardo Guimarães Couto.



Esse horizonte pode ser constituído por material de qualquer classe textural e pode se encontrar estruturado nas mais diversas formas e graus de estrutura. Quando existe estrutura, as faces dos elementos estruturais apresentam cor acinzentada, ou azulada, ou esverdeada, ou neutra como uma fase contínua e podem ter mosqueamentos de cores mais vivas, e o interior dos elementos de estrutura pode ter mosqueados de contraste proeminente, mas usualmente há uma trama de lineamentos ou bandas de croma baixo, contornando os mosqueados. Quando da inexistência de elementos estruturais, a matriz do horizonte (fundo) mais tipicamente apresenta croma 1 ou menor, com ou sem mosqueados.

O horizonte sendo saturado com água periodicamente, ou o solo tendo sido drenado, é normal ocorrer algum mosqueado de croma alto, concernente a cores amareladas ou avermelhadas, resultantes de segregação de ferro e precipitação na forma de óxidos. Pode apresentar também acumulações sob a forma de mosqueados pretos ou preto-avermelhados, brandos ou semiconsolidados, ou ainda de nódulos ou concreções de manganês ou de ferro e manganês. Quando presente, a quantidade de plintita deve ser menor que 15%.

O horizonte glei pode ser um horizonte C, B, E, H ou A. Pode, ou não, ser coincidente com aumento de teor de argila no solo, mas em qualquer caso, deve apresentar efeitos de expressiva redução.

Em síntese, é um horizonte mineral, com espessura mínima de 15cm, com menos que 15% de plintita e é saturado com água por influência do lençol freático durante algum período ou o ano todo, a não ser que tenha sido artificialmente drenado, apresentando evidências de processos de redução, com ou sem segregação de ferro, caracterizada por um ou mais dos seguintes requisitos:

- a) Dominância de cores em solo úmido, nas faces dos elementos da estrutura, ou da matriz (fundo) do horizonte, quando sem estrutura, de acordo com um dos seguintes itens:
 - Cores neutras (N1/ a N8/) ou mais azul que 10Y; ou
 - Para matizes mais vermelhas que 5YR e valores maiores ou iguais a 4, os cromas devem ser iguais ou menores que 1; ou
 - Para matizes 5YR ou mais amarelas e valores maiores ou iguais a 4, os cromas devem ser menores ou iguais a 2, admitindo-se para solos de matiz dominante 10YR ou mais amarelo, croma 3, no caso de diminuir no horizonte subsequente; ou
 - Para todos os matizes e quaisquer valores, os cromas podem ser menores ou iguais a 2, desde que ocorram mosqueados de redução.
- b) Coloração variegada com pelo menos uma das cores de acordo com um dos ítens anteriores; ou
- c) Presença de ferro reduzido, indicada em testes realizados no campo, pela cor desenvolvida mediante aplicação de indicadores químicos: como por exemplo a cor azul-escuro desenvolvida pelo ferricianeto de potássio a 1% em solução aquosa, ou a cor vermelha intensa desenvolvida pelo alfa, alfa dipiridil (CHILDS, 1981).



Em qualquer dos casos, as cores de matiz: neutro, azulado, esverdeado ou de croma 3 ou menos variam no seu matiz com a secagem⁴ por exposição do material ao ar.

Quando um horizonte satisfizer, coincidentemente, os requisitos para ser identificado como horizonte diagnóstico glei e também como qualquer dos horizontes diagnósticos: sulfúrico, B incipiente, B textural, B nítico e B latossólico, será identificado como horizonte glei, atribuindo-se à condição de gleização importância mais decisiva para identificação de horizonte diagnóstico que aos demais atributos que ocorram simultaneamente. Nos demais casos de coincidência, o horizonte glei não terá precedência taxonômica.

Derivado de horizonte G, conforme Soil survey manual (1951); parcialmente de gleyic properties, conforme World reference base for soil resources (1998); e parcialmente de cambic horizon, conforme Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys (1999).

2.2.1.4.9 Horizonte litoplíntico

São horizontes normalmente característicos de zonas tropicais do planeta, podendo ser encontrados tanto em solos de boa drenagem, onde quase sempre se tratam de resquícios de clima pretérito diferenciado, como em solos de drenagem restrita (baixadas, depressões, terraços, planícies de inundação, cabeceiras de drenagem, etc.), onde quase sempre têm formação mais recente.

O horizonte litoplíntico é constituído de material consolidado, contínuo ou praticamente contínuo, endurecido por ferro ou ferro e alumínio (petroplintita), no qual o carbono orgânico está ausente ou presente em pequena quantidade (Foto 178). Este horizonte pode se apresentar muito fraturado, desde que exista predomínio de blocos de petroplintita com tamanho de no mínimo 20cm ou as fendas que aparecem são poucas e separadas de 10cm ou mais, umas das outras.



Foto 178 - Horizonte litoplíntico em perfil de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico petroplíntico. Edéia (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

⁴ Modificações da cor são comumente perceptíveis em alguns minutos, após expor o torrão úmido à secagem, partindo-o e comparando a cor da superfície externa seca com a da parte interna úmida.



Para ser diagnóstico, o horizonte litoplíntico deve ter uma espessura de 10cm ou mais. Constitui um sério impedimento para penetração das raízes e da água. Difere de um horizonte B espódico cimentado (ortstein) por conter pouca ou nenhuma matéria orgânica.

Derivado de horizonte litoplíntico, conforme Smith, Brito e Luque (1977), *Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento: normas em uso pelo SNLCS* (1988); e *World reference base for soil resources* (1994, 1998).

2.2.1.4.10 Horizonte plíntico

Caracteriza-se, fundamentalmente, pela presença de plintita em quantidade igual ou superior a 15% (por volume) e espessura de pelo menos 15cm. É um horizonte mi-

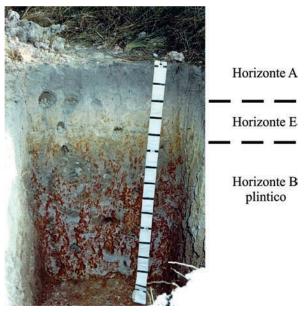


Foto 179 - Horizonte plíntico em perfil de PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico. São Miguel do Araguaia (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

neral B e/ou C que apresenta um arranjamento de cores vermelhas e acinzentadas ou brancas, com ou sem cores amareladas ou brunadas, formando um padrão reticulado poligonal ou laminar (Foto 179). A coloração é usualmente variegada, com predominância de cores avermelhadas, bruno-amareladas, amarelo--brunadas, acinzentadas e esbranquicadas, (menos frequentemente amarelo-claras). Muitos horizontes plínticos possuem matrizes acinzentadas ou esbranquiçadas, com mosqueados abundantes de cores vermelhas, vermelho-amareladas e vermelho-escuras, ocorrendo, também, mosqueados com tonalidade amarelada.

As cores claras que podem representar a matriz do horizonte possuem matiz e croma conforme especificações que se seguem:

- a) matizes 2,5Y a 5Y; ou
- b) matizes 10YR a 7,5YR, com cromas baixos, usualmente até 4, podendo atingir 6 no caso de matiz 10YR.

As cores avermelhadas, brunadas, amareladas e esbranquiçadas, que normalmente compõem os mosqueados e as cores variegadas do horizonte, apresentam matiz e croma conforme especificações que se seguem:

- a) matizes 10R a 7,5YR, com cromas altos, usualmente acima de 4; ou
- b) matiz 10YR, com cromas muito altos, normalmente maiores que 6; ou
- c) matizes 2,5Y a 5Y.



A textura é francoarenosa ou mais fina. Quando não é maciço, o horizonte apresenta geralmente estrutura em blocos fraca ou moderadamente desenvolvida, ocorrendo também estrutura prismática composta de blocos, sobretudo nos solos com argila de atividade alta.

Quando seco, o horizonte plíntico se apresenta compacto, duro a extremamente duro; quando úmido, é firme ou muito firme, podendo ter partes extremamente firmes; quando molhado, a consistência varia de ligeiramente plástica a muito plástica e de ligeiramente pegajosa a muito pegajosa.

O horizonte plíntico usualmente apresenta argila de atividade baixa, com relação molecular Ki entre 1,20 e 2,20, todavia, solos com argila de atividade alta têm sido constatados.

Este horizonte se forma em terrenos com lençol freático alto ou que pelo menos apresentem restrição temporária à percolação da água. Regiões de clima quente e úmido, com relevo entre plano e suave ondulado de áreas baixas, depressões, baixadas, terços inferiores de encostas, áreas de surgente das regiões quentes e úmidas, favorecem o desenvolvimento de horizonte plíntico, por permitir que o terreno permaneça saturado com água pelo menos durante uma parte do ano, com flutuação do lençol d'água até próximo à superfície, ou por estagnação da água devido à percolação restringida ou impedida.

A presença de concreções de ferro imediatamente acima da zona do horizonte plíntico pode ser uma comprovação de plintita no perfil, evidenciando, desse modo, o final do processo de umedecimento e secagem nestes pontos. Este processo é acelerado quando o material é exposto em trincheiras, valas ou cortes de estrada antigos, sendo neste caso característica diagnóstica.

Quando um mesmo horizonte satisfizer coincidentemente os requisitos para ser identificado como horizonte plíntico e também como qualquer um dos seguintes horizontes: B textural; B latossólico; B nítico; B incipiente; B plânico ou horizonte glei, será identificado como horizonte plíntico, sendo a ele conferida a precedência taxonômica sobre os demais citados.

2.2.1.4.11 Horizonte vértico

É um horizonte mineral subsuperficial que, devido à expansão e contração das argilas, apresenta feições pedológicas típicas, que são as superfícies de fricção (*slickensides*) em quantidade no mínimo comum e/ou a presença de unidades estruturais cuneiformes e/ou paralelepipédicas, cujo eixo longitudinal tem inclinação de 10° ou mais em relação à horizontal, e fendas por algum período mais seco do ano com pelo menos 1cm de largura.

A sua textura mais frequente varia de argilosa a muito argilosa, admitindo-se na faixa de textura média um mínimo de 300g.kg-1 de argila. O horizonte vértico pode coincidir com horizonte AC, B (Bi ou Bt) ou C, e apresentar cores escuras, acinzentadas, amareladas ou avermelhadas. Em áreas irrigadas ou mal drenadas (sem fendas aparentes), o coeficiente de expansão linear (COLE) deve ser 0,06 ou maior, ou a expansibilidade linear é de 6cm ou mais.

O horizonte vértico tem precedência diagnóstica sobre horizontes B incipiente, B nítico e horizonte glei. Para ser diagnóstico, deve apresentar uma espessura mínima de 20cm.



2.2.1.5 Outros horizontes diagnósticos subsuperficiais

2.2.1.5.1 Duripã

É um horizonte mineral subsuperficial, cimentado, contínuo, ou presente em 50% ou mais do volume de outro horizonte com grau variável de cimentação por sílica, podendo ainda conter óxido de ferro e carbonato de cálcio (Foto 180). Como resultado disto, variam de aparência, porém todos apresentam consistência, quando úmidos, muito firme ou extremamente firme, não sendo quebradiços, mesmo depois de prolongado umedecimento. É um horizonte no qual:



Foto 180 - Duripã em perfil de ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico arênico, dúrico, espessarênico. Goiana (PE). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

- a cimentação é suficientemente forte, de modo que fragmentos secos não se esboroam, mesmo durante prolongado período de umedecimento;
- revestimentos de sílica, presentes em alguns poros e em algumas faces estruturais, são insolúveis em solução de HCl 1N, mesmo durante prolongado tempo de saturação, mas são solúveis em solução concentrada e aquecida de KOH ou em alternância com ácido e álcali;
- a cimentação não é destruída em mais que a metade de qualquer capeamento laminar que possa estar presente, ou em algum outro horizonte contínuo ou imbricado, ou quando saturado com ácido. A cimentação em tais camadas é completamente destruída pela solução concentrada e aquecida de KOH por tratamento único ou alternado com ácido; e



- as raízes e a água não penetram na parte cimentada, a não ser ao longo de fraturas verticais que se distanciam de 10cm ou mais.

Corresponde à parte do conceito de *indurated pans*, segundo *Soil survey manual* (1951) e *Keys to soil taxonomy* (1994).

2.2.1.5.2 Fragipã

É um horizonte mineral subsuperficial, endurecido quando seco, contínuo ou presente em 50% ou mais do volume de outro horizonte, usualmente de textura média. Pode estar subjacente a um horizonte B espódico, B textural ou horizonte álbico (Foto 181). Tem conteúdo de matéria orgânica muito baixo, a densidade do solo é maior que a dos horizontes sobrejacentes, e é aparentemente cimentado quando seco, ou seja, a rigidez é reversível em material úmido, e a consistência é firme quando úmido, e dura, muito dura e extremamente dura quando seco.

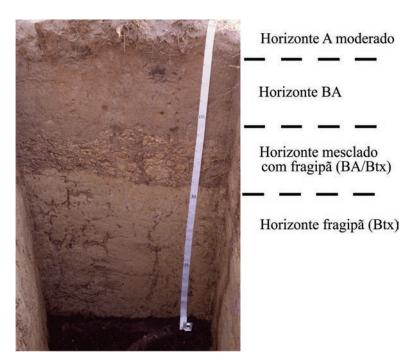


Foto 181 - Fragipã em perfil de ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico abrúptico fragipânico.Usina Coruripe. Coruripe (AI). Foto: Mateus Rosas Ribeiro.

Quando úmido, o fragipã tem uma quebradicidade fraca a moderada, isto é, seus elementos estruturais ou fragmentos apresentam tendências a romperem-se subitamente, quando sob pressão, em vez de sofrerem uma deformação lenta. Quando imerso em água, um fragmento seco torna-se menos resistente, podendo desenvolver fraturas com ou sem desprendimento de pedaços, e se esboroa em curto espaço de tempo (aproximadamente duas horas).

Um fragipã é usualmente mosqueado e pouco ou muito pouco permeável à água. Quando de textura média ou argilosa, normalmente apresenta partes esbranquiçadas (devido à redução) em torno de poliedros ou prismas, que se distanciam 10cm ou mais, no sentido horizontal, formando um arranjamento poligonal grosseiro.



O fragipã dificulta ou impede a penetração das raízes e da água no horizonte em que ocorre.

Derivado de conceito constante em *Soil survey manual* (1951) e *Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys* (1975, 1999).

2.2.1.5.3 Horizonte cálcico

É um horizonte de acumulação de carbonato de cálcio. Esta acumulação normalmente se dá no horizonte C (Foto 182), mas pode ocorrer no horizonte B ou A.

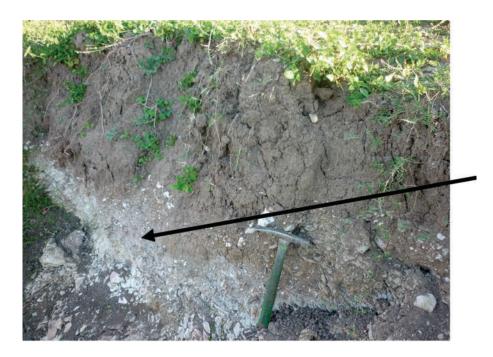


Foto 182 - Horizonte cálcico em perfil de VERTISSOLO EBÂNICO. Pantanal do Abobral (MS). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

O horizonte cálcico consiste em uma camada com espessura de 15cm ou mais, enriquecida com carbonato secundário, contendo 150g.kg-1 ou mais de carbonato de cálcio equivalente e tendo no mínimo 50g.kg-1 a mais de carbonato que o horizonte ou camada subjacente. Este último requisito é expresso em volume se o carbonato secundário do horizonte cálcico ocorrer como pendentes em cascalhos, como concreções ou na forma pulverulenta. Se tal horizonte cálcico está sobre mármore, marga ou outros materiais altamente calcíferos (400g.kg-1 ou mais de carbonato de cálcio equivalente), a percentagem de carbonatos não necessita decrescer em profundidade.

Conceitos estabelecidos conforme calcic horizon, de Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys (1975, 1999).



2.2.1.5.4 Horizonte E álbico

É um horizonte mineral comumente subsuperficial, no qual a remoção ou segregação de material coloidal e orgânico progrediu a tal ponto que a cor do horizonte é determinada mais pela cor das partículas primárias de areia e silte do que por revestimentos nessas partículas. Comumente as suas cores são mais claras que os

horizontes vizinhos (Foto 183).

O horizonte E álbico possui no mínimo 1,0cm de espessura, e apresenta cores satisfazendo uma das seguintes condições:

- Valor no solo úmido maior ou igual a 6 e croma no solo úmido menor ou igual a 3; ou
- Valor no solo seco maior ou igual a 7 e croma no solo úmido menor ou igual a 3; ou
- Valor no solo úmido maior ou igual a 4, valor no solo seco maior ou igual a 5, e croma no solo úmido menor ou igual a 2; ou
- Valor no solo úmido maior ou igual a 3, valor no solo seco maior ou igual a 6, e croma no solo úmido menor ou igual a 2.

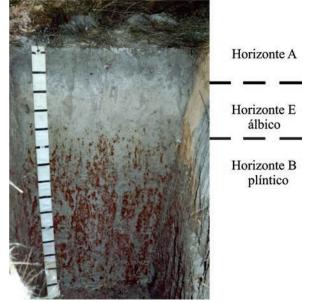


Foto 183 - Perfil de PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico. São Miguel do Araguaia (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Excluem-se de E álbico horizontes cuja cor clara seja decorrente de calcário finamente dividido, que age como pigmento branco, bem como depósitos arenosos (horizonte C), satisfazendo os critérios de cor, mas no qual não se pode caracterizar a remoção de materiais do solo.

O horizonte álbico, usualmente, precede um horizonte B espódico, B textural, B plânico, horizonte plíntico, horizonte glei, fragipã ou uma camada impermeável que restrinja a percolação da água. Mais raramente pode ser o horizonte superficial por truncamento do solo.

Derivado de *albic horizon*, segundo *Soil map of the world* (1974) e *Keys to soil taxonomy* (1994).

2.2.1.5.5 Horizonte petrocálcico

Com enriquecimento em carbonatos, o horizonte cálcico tende progressivamente a se tornar obturado com carbonatos e cimentado, formando horizonte contínuo, endurecido, maciço, que passa a ser reconhecido como horizonte petrocálcico. Nos estágios iniciais do horizonte cálcico, este tem carbonatos de consistência macia e disseminados na matriz do solo, ou que se acumulam em concreções endurecidas ou ambos (Foto 184). O horizonte petrocálcico é evidência de avanço evolutivo do processo de calcificação.





Foto 184 - Horizonte petrocálcico em perfil de CHERNOSSOLO RÊNDZICO. Pantanal Matogrossense. Corumbá (MS). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

É um horizonte contínuo, resultante da consolidação e cimentação de um horizonte cálcico por carbonato de cálcio, ou em alguns locais por carbonato de magnésio. Pode haver presença acessória de sílica. O horizonte é continuamente cimentado em todo o perfil a tal ponto que fragmentos secos imersos em água não fraturam nem desprendem pedaços. Quando seco não permite a penetração da pá ou do trado. É maciço ou laminar, muito duro ou extremamente duro quando seco e muito firme a extremamente firme quando úmido. Os poros não capilares estão obstruídos e o horizonte não permite a penetração de raízes. A espessura mínima é superior a 10cm, exceto no caso de horizonte laminar sobre rocha consolidada, que será considerado um horizonte petrocálcico se tiver espessura igual ou superior a 1,0cm.

Conceito derivado de petrocalcic horizon, conforme Keys to soil taxonomy (1994).



2.2.1.5.6 Horizonte sulfúrico

Este horizonte tem 15cm ou mais de espessura e é composto de material mineral ou orgânico que apresenta valor de pH de 3,5 ou menor (1:2,5; solo/água) e mostra evidência de que o baixo valor de pH é causado por ácido sulfúrico. Além disso, deve possuir uma ou mais das seguintes características:

- concentração de jarosita (Foto 90, item 1.1.7.12); ou
- materiais sulfídricos imediatamente subjacentes ao horizonte; ou
- 0,05% ou mais de sulfato solúvel em água.

Esta definição não especifica a cor da jarosita (que pode ter croma 3 ou maior), nem requer necessariamente a sua presença. Horizontes sulfúricos sem jarosita são encontrados em materiais com alto teor de matéria orgânica, ou em materiais minerais de um passado geológico recente, expostos na superfície.

Um horizonte sulfúrico forma-se como resultado da drenagem, mais comumente artificial, e da oxidação de materiais minerais ou orgânicos ricos em sulfetos. Tal horizonte apresenta condições de acidez altamente tóxicas para a maioria das plantas. Também pode formar-se em locais onde materiais sulfídricos tenham sido expostos como resultado da mineração de superfície, construção de estradas, dragagem ou outras operações de movimento de terra.

Critério derivado de Keys to soil taxonomy (1994) e Bissani, Kämpf e Luz (1995).

2.2.1.6 Critérios para distinção de fases de unidades de mapeamento

A fase de unidades de mapeamento é antes de tudo um recurso utilizado para evidenciar diferenças de importância prática entre as mesmas (DENT; YOUNG, 1981).

É utilizada para indicar mudanças na morfologia ou situações particulares dos solos não necessariamente decorrentes do seu processo pedogenético, tais como: profundidade, condições de drenagem, presença de pedregosidade ou rochosidade, erosão, assoreamento, tipo de vegetação natural, relevo, etc.

Em qualquer tipo de levantamento, a fase serve para subdividir unidades de mapeamento, segundo as características relacionadas acima, ou quaisquer outras, importantes para seu uso e manejo, ou seja, para os objetivos do levantamento.

Em síntese, as fases são utilizadas para subdivisões ainda mais homogêneas das classes de solos, refletindo condições que interferem direta ou indiretamente no comportamento e na qualidade dos mesmos. Podem ser utilizadas em qualquer nível categórico, desde subordens até séries.

As fases mais utilizadas no Brasil, conforme *Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento: normas em uso pelo SNLCS* (1988) são:



2.2.1.6.1 Fases de vegetação primária

É conhecido que a cobertura vegetal primária é fortemente influenciada pelo clima e pelo solo. Comparações entre divisões climáticas e divisões fitogeográficas (índices hídricos e térmicos *versus* tipos de vegetação primária) revelam a existência de relações entre a vegetação e determinadas condições edafoclimáticas, mormente referentes a regimes hídrico, térmico e de eutrofia e oligotrofia.

Na insuficiência de dados de clima do solo, mormente hídricos e térmicos, as fases de vegetação são empregadas para facilitar inferências sobre relevantes variações estacionais de umidade dos solos, uma vez que a vegetação primária reflete diferenças climáticas imperantes nas diversas condições de ocorrência dos solos. Reconhecidamente, além do significado pedogenético, as distinções em questão assumem ampla implicação ecológica, a qual abre possibilidade para o estabelecimento de relações entre unidades de solo e sua aptidão agrícola, aumentando, pois, a utilidade aplicada dos levantamentos de solos.

Assim, levantamentos de solos devem considerar o tipo de vegetação para individualizar as suas unidades de mapeamento, citando-se em seguida a caracterização do solo, a fase de vegetação correspondente, com base nos sistemas de classificação de vegetação existentes no Brasil.

Técnicos em pedologia do antigo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos - SNLCS da Embrapa, atual Centro Nacional de Pesquisa de Solos - CNPS, também conhecido como Embrapa Solos, contando com a colaboração de pesquisadores de outras instituições, desenvolveram uma classificação de vegetação para as condições brasileiras, visando atender a crescente demanda dos levantamentos de solos. O sistema elaborado contemplou as grandes formações vegetais reconhecidas no território brasileiro e os grandes domínios climáticos, e vem sendo até hoje adotado nos trabalhos daquela Instituição.

Outros critérios ou sistemas de classificação de vegetação foram também desenvolvidos no País, dentre os quais, merece destaque o contido no *Manual técnico da vegetação brasileira* (1992), publicado e adotado pelo IBGE. Trata-se de um sistema completo e bastante difundido através de vários trabalhos de mapeamento da cobertura vegetal no Brasil. Foi utilizado no mapeamento da vegetação, elaborado pelo Projeto Radambrasil para o território brasileiro e encontra-se sintetizado no documento *Fitogeografia brasileira: classificação fisionômica-ecológica da vegetação neotropical*, de Veloso e Góes-Filho (1982).

Ambos têm sido largamente utilizados em trabalhos de levantamentos de solos no Brasil e, em função dos enfoques específicos com que cada um foi estruturado, não apresentam correspondência direta entre suas diversas categorias. A seguir, no Quadro 20, é mostrada a equivalência aproximada entre as grandes unidades de cada um dos mesmos e, em seguida, são apresentadas fotografias de algumas das principais feições fisionômicas brasileiras (Fotos de 185 a 214).



Quadro 20 - Equivalência aproximada dos sistemas de classificação da vegetação

(contin					
CNPS (1)		IBGE (2)			
Floresta Equatorial	Perúmida	Floresta Ombrófila Densa • Aluvial • Montana • Terras Baixas • Submontana			
	Perenifólia e Subperenifólia	Floresta Ombrófila Densa Submontana Montana Alto-Montana	Floresta Ombrófila Aberta Terras Baixas Submontana Montana		
	Subcaducifólia	Floresta Estacional Semidecidual • Aluvial • Submontana • Terras Baixas • Montana			
	Higrófila de Várzea	Floresta Ombrófila Densa • Aluvial Floresta Ombrófila Aberta • Aluvial	Campinarana • Florestada		
	Hidrófila de Várzea	Floresta Ombrófila Densa • Aluvial	Floresta Ombrófila Aberta • Aluvial		
Floresta Tropical	Perúmida e Perenifólia	Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas Submontana Montana Alto-Montana	Floresta Ombrófila Aberta Terras Baixas Submontana Montana		
	Subperenifólia e Subcaducifólia	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial Terras Baixas Montana			
	Caducifólia	Floresta Estacional Decidual			
	Hidrófila e Higrófila de Várzea	Floresta Ombrófila Densa • Aluvial Floresta Estacional Semidecidual • Aluvial	Floresta Ombrófila Aberta • Aluvial		
Floresta Subtropical	Perúmida e Perenifólia	Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas Submontana Montana Alto-Montana	Floresta Ombrófila Aberta Terras Baixas Submontana Montana		
	Perenifólia, Subperenifólia e Subcaducifólia (Arbóreo Ar- bustiva de caráter subúmido)	Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária) • Submontana • Alto-Montana • Montana			
	Hidrófila e Higrófila de Várzea	Floresta Ombrófila Mista • Aluvial Floresta Estacional Semidecidual • Aluvial	Floresta Ombrófila Densa • Aluvial Floresta Estacional Decidual • Aluvial		
Restinga (Influência Marinha)	Floresta não Hidrófila de Restinga	Formações Pioneiras • Influência Marinha (Restingas)			
	Floresta Hidrófila de Restinga	Formações Pioneiras • Influência Marinha (Restingas) • Influência Fluviomarinha (Manguezal e Campo Salino)			
	Restinga Arbustiva e Campo de Restinga	Formações Pioneiras • Influência Marinha (Restingas)			
Cerrado Equatorial	Subperenifólio	Savana • Parque • Gramíneo-Lenho	osa		
	Campo Cerrado Equatorial	Savana • Arborizada • Gramíneo-Lenho • Parque	osa		
	Vereda Equatorial	Savana • Parque • Gramíneo-Lenho	osa		



Quadro 20 - Equivalência aproximada dos sistemas de classificação da vegetação

(conclusã				
CNPS (1)		IBGE (2)		
Cerrado e Cerradão Tropical	Subperenifólio, Subcaducifólio e Caducifólio	Savana • Florestada (Cerradão) • Arborizada		
	Campo Cerrado Tropical	Savana • Arborizada • Gramíneo-Lenhosa • Parque		
Cerra	Vereda Tropical	Savana • Parque • Formação Pioneira com Influência Fluvial ou Lacustre • Gramíneo-Lenhosa		
Caatinga	Hipoxerófila e Hiperxerófila	Savana Estépica • Florestada • Parque • Arborizada • Gramíneo-Lenhosa		
	do Pantanal	Savana Estépica • Florestada • Parque • Arborizada • Gramíneo-Lenhosa		
Campo Equatorial	Campo	Savana • Gramíneo-Lenhosa	Savana Estépica Parque Gramíneo-Lenhosa	
	Campo Hidrófilo de Várzea	Formações Pioneiras • Influência fluvial/lacustre	Campinarana ■ Arborizada ■ Gramíneo-Lenhosa	
	Campo Higrófilo de Várzea	Formações Pioneiras Influência fluvial/lacustre	Campinarana • Arborizada • Gramíneo-Lenhosa	
pical	Campo	Savana • Gramíneo-Lenhosa	Savana Estépica • Gramíneo-Lenhosa	
Campo Tropical	Campo Hidrófilo de Várzea	Formações Pioneiras • Influência fluvial/lacustre		
Cam	Campo Higrófilo de Várzea	Formações Pioneiras • Influência fluvial/lacustre		
_	Campo Perúmido (Vegetação Alto-Montana)	Refúgios Vetacionais • Montana • Alto-Montana		
tropica	Campo Úmido	Estepe ● Gramíneo-Lenhosa ● Parque		
Campo Subtropical	Campo Subúmido (prairies)	Estepe • Gramíneo-Lenhosa • Parque		
Camp	Campo Hidrófilo de Várzea	Formações Pioneiras • Influência fluvial/lacustre		
	Campo Higrófilo de Várzea	Formações Pioneiras Influência fluvial/lacustre		
Outros	Campo Xerófilo	Savana Estépica • Gramíneo-Lenhosa		
Ou	Campo Hidrófilo de Surgente	Formações Pioneiras • Influência fluvial/lacustre		
Outras Formações	Floresta Ciliar de Carnaúba	Savana Estépica Savana Estépica Parque com palmeiras		
	Formações de Praias e Dunas	Formações Pioneiras • Influência marinha (Restingas)		
	Formações Halófitas	Formações Pioneiras • Influência fluviomarinha (Manguezal e Campo Salino)		
	Manguezal	Formações Pioneiras • Influência fluviomarinha (Manguezal e Campo Salino)		
	Formações Rupestres	Correspondem parcialmente a: Refúgios Vegetacionais e/ou Formações Campestres (gramíneo-lenhosas) associados a ambientes de solos rasos e/ou pedregosos/cascalhentos, tanto em Savana, como em Estepe ou Savana Estépica		

Fontes: 1. Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento: normas em uso pelo SNLCS. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos - SNLCS, 1988. (Embrapa-SNLCS. Documentos, n. 11). Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/36148/1/criterios.pdf>. Acesso em: jul. 2015. 2. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. (Manuais técnicos em geociências, n. 1). Disponível em: http://biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=223267>. Acesso em: jul. 2015.



Foto 185 - Floresta Equatorial Perenifólia⁽¹⁾/Floresta Ombrófila Densa⁽²⁾. Juruti (PA). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 186 - Floresta Equatorial Hidrófila de Várzea⁽¹⁾/ Floresta Ombrófila Aberta Aluvial⁽²⁾. Parintins (AM). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 187 - Campo Equatorial Higrófilo de Várzea⁽¹⁾/
Campinarana Gramíneo-Lenhosa⁽²⁾ 1º Plano*/
Campinarana Arborizada⁽²⁾ 2º Plano. Cruzeiro do Sul (AC). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

*Não há correspondência pelo Sistema CNPS.



Foto 188 - Campo Equatorial Higrófilo de Várzea⁽¹⁾ / Campinarana Arborizada⁽²⁾. Caracaraí (RR). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 189 - Floresta Tropical Perenifólia⁽¹⁾/ Floresta Ombrófila Densa⁽²⁾. Aripuanã (MT). Foto: Paulo KlingerTito Jacomine.



Foto 190 - Floresta Tropical Perenifólia⁽¹⁾ / Floresta Ombrófila Densa⁽²⁾. Juína (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

⁽¹⁾ Classificação pelo Sistema CNPS (CRITÉRIOS..., 1988).

⁽²⁾ Classificação pelo Sistema IBGE (MANUAL..., 1992).



Foto 191 - Floresta Tropical Caducifólia⁽¹⁾/ Floresta Estacional Decidual⁽²⁾. São Fidélis (RJ). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 192 - Floresta Tropical Subperenifólia (1) /Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica) (2). Nova Friburgo (RJ). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 193 - Floresta Subtropical Perenifólia⁽¹⁾/Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica)⁽²⁾. Serra de Lages (SC). Foto: Lúcia Anjos.



Foto 194 - Floresta Subtropical Subperenifólia⁽¹⁾/Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária)⁽²⁾. Lebon Régis (SC). Foto: Lúcia Anjos.



Foto 195 - Floresta Subtropical Subcaducifólia⁽¹⁾/ Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária)⁽²⁾. Serra Gaúcha (RS). Foto: Paulo Klinger Tito Jacomine.



Foto 196 - Floresta não Hidrófila de Restinga⁽¹⁾/ Formações Pioneiras de Influência Marinha⁽²⁾. Região dos Lagos (RJ). Foto: José Francisco Lumbreras.

⁽¹⁾ Classificação pelo Sistema CNPS (CRITÉRIOS..., 1988).

⁽²⁾ Classificação pelo Sistema IBGE (MANUAL..., 1992).



Foto 197 - Restinga Arbustiva e Campo de Restinga⁽¹⁾/ Formações Pioneiras de Influência Marinha⁽²⁾. Região dos Lagos (RJ). Foto: José Francisco Lumbreras.



Foto 198 - Restinga Arbustiva e Campo de Restinga⁽¹⁾/
Formações Pioneiras de Influência Marinha⁽²⁾. Grussaí. São João da Barra (RJ). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 199 - Cerradão Tropical Subcaducifólio⁽¹⁾ / Savana Florestada⁽²⁾. Nordeste de Goiás. Foto: Luís Alberto Dambrós.



Foto 200 - Cerradão Tropical Subcaducifólio⁽¹⁾/ Savana Arbórea Densa⁽²⁾ (Carrasco). Chapada dos Parecis (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 201 - Cerrado Tropical Subcaducifólio⁽¹⁾/ Savana Arborizada⁽²⁾. Cocalzinho (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 202 - Cerrado Tropical Caducifólio⁽¹⁾/ Savana Arborizada⁽²⁾. Novo Acordo (TO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

⁽¹⁾ Classificação pelo Sistema CNPS (CRITÉRIOS..., 1988).

⁽²⁾ Classificação pelo Sistema IBGE (MANUAL..., 1992).



Foto 203 - Campo Cerrado Tropical⁽¹⁾/ Savana Parque⁽²⁾. Parque das Emas (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 204 - Campo Cerrado Equatorial⁽¹⁾/ Savana Parque⁽²⁾. Lavrado, Boa Vista (RR). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 205 - Vereda Tropical (11) / Savana Gramíneo-Lenhosa com Floresta de Galeria (21). Parque Estadual do Jalapão (TO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 206 - Caatinga Hiperxerófila⁽¹⁾/ Savana Estépica Parque⁽²⁾. Sertão Nordestino. Foto: Glailson Barreto Silva



Foto 207 - Caatinga Hiperxerófila⁽¹⁾/ Savana Estépica Parque⁽²⁾. Petrolina (PE). Foto: Paulo Klinger Tito Jacomine.



Foto 208 - Caatinga Hiperxerófila⁽¹⁾/ Savana Estépica Arborizada⁽²⁾. Sento Sé (BA). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

⁽¹⁾ Classificação pelo Sistema CNPS (CRITÉRIOS..., 1988).

⁽²⁾ Classificação pelo Sistema IBGE (MANUAL..., 1992).



Foto 209 - Campo Equatorial Hidrófilo de Várzea⁽¹⁾/Formações Pioneiras de Influência Fluvial⁽²⁾. Planície do rio Amazonas. Parintins (AM). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 210 - Campo Tropical⁽¹⁾/ Savana Gramíneo-Lenhosa⁽²⁾. Nova Brasilândia (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 211 - Campo Subtropical Subúmido⁽¹⁾/ Estepe Parque⁽²⁾. Bagé (RS). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 212 - Manguezal⁽¹⁾/ Formações Pioneiras de Influência Fluviomarinha⁽²⁾. Carutapera (MA). Foto: Sebastião de Souza Silva.



Foto 213 - Formação Rupestre $^{(1)}$ / Savana Parque $^{(2)}$. Chapada dos Veadeiros (GO). Foto: Luís Alberto Dambrós.



Foto 214 - Campo Subtropical Subúmido⁽¹⁾/ Estepe Parque ⁽²⁾. Parque de Espinilho da barra do rio Quaraí. Barra do Quaraí (RS). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.

⁽¹⁾ Classificação pelo Sistema CNPS (CRITÉRIOS..., 1988).

⁽²⁾ Classificação pelo Sistema IBGE (MANUAL..., 1992).



2.2.1.6.2 Fases de relevo

Qualificam condições de declividade, comprimento de encostas e configuração superficial dos terrenos, que definem as formas dos modelados (formas topográficas).

As distinções são empregadas principalmente para dar indicativos sobre possibilidade do emprego de equipamentos agrícolas, mormente os mecanizados, e facilitar inferências sobre susceptibilidade à erosão dos vários ambientes. São reconhecidas as seguintes classes de relevo:

Plano - superfície de topografia lisa ou horizontal. Os desnivelamentos são muito pequenos, com declividades sempre inferiores a 3% (Foto 215);



Foto 215 - Relevo plano. Chapada dos Parecis (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Suave Ondulado - superfície de topografia ligeiramente movimentada, constituída por conjunto de pequenas colinas ou outeiros, ou sucessão de pequenos vales pouco encaixados (rasos), configurando pendentes ou encostas com declives entre 3 até 8% (Foto 216);



Foto 216 - Relevo suave ondulado. Rio Branco (AC). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Ondulado - superfície de topografia relativamente movimentada, constituída por conjunto de medianas colinas e outeiros, ou por interflúvios de pendentes curtas, formadas por vales encaixados, configurando em todos os casos pendentes ou encostas com declives maiores que 8% até 20% (Foto 217);



Foto 217 - Relevo ondulado. Nova Brasilândia (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Forte Ondulado - superfície de topografia movimentada, com desníveis fortes, formada por conjunto de outeiros ou morros, ou por superfície entrecortada por vales profundos, configurando encostas ou pendentes com declives maiores que 20 até 45% (Fotos 218 e 219);



Foto 218 - Relevo forte ondulado com topos abaulados (em meia laranja). Ponte Nova (MG). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 219 - Relevo forte ondulado com topos aguçados. Santo Antônio do Escalvado (MG). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Montanhoso - superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídas por morros, montanhas, maciços montanhosos e alinhamentos montanhosos, apresentando desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes ou muito fortes, predominantemente maiores de 45 até 75% (Fotos 220, 221, 222 e 223); e



Foto 220 - Relevo montanhoso. Vale do rio Iguaçu (PR). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 221 - Relevo montanhoso. São Fidélis (RJ). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 222 - Relevo montanhoso. Ponte Nova (MG). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 223 - Relevo montanhoso (ao fundo). Cordilheira dos Andes. Mérida (Venezuela). Foto: Glailson Barreto Silva



Escarpado - áreas com predomínio de formas abruptas, compreendendo superfícies muito íngremes, usualmente ultrapassando 75%, tais como: aparados, itaimbés, frentes de cuestas, falésias e vertentes de declives muito fortes (Fotos 224 e 225).



Foto 224 - Relevo escarpado. Nova Friburgo (RJ). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 225 - Relevo escarpado. São Domingos (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira

2.2.1.6.3 Feições especiais de relevo

Podem ocorrer em determinadas situações e devem ser registradas junto à caracterização do relevo, em complementação à mesma. Dentre elas:

Gilgai - microrrelevo típico de solos argilosos, com alto coeficiente de expansão associado a aumento da umidade, principalmente Vertissolos. Tratam-se de saliências convexas distribuídas em áreas quase planas, ou sucessão de microdepressões e micro elevações (Foto 226);



Foto 226 - Microrrelevo tipo gilgai. Foto extraída de Eswaran e outros (1999).

Murundus - elevações de formato arredondado na superfície dos terrenos, com origem diversa. Têm dimensões que podem alcançar 20m de diâmetro e chegar a 5m de altura (Fotos 227, 228 e 229);



Foto 227 - Murundus. Chapada dos Parecis (MT). Foto: Vilmar de Oliveira.



Foto 228 - Murundus. Iramaia (BA). Foto: Glailson Barreto Silva.



Foto 229 - Murundu. Província de Cuando-Cubango (Angola). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Dolinas - depressões no terreno, específicas de zonas calcárias, formadas por abatimento do material do solo, em razão da dissolução do material calcário em subsuperfície (Foto 230).



Foto 230 - Dolina. Janaúba (MG). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Dunas - colinas de areia de natureza eólica, comuns nos terrenos arenosos, costeiros e interiorandos. Têm tamanhos variados e alcançam dezenas de metros de altura (Foto 231);



Foto 231 - Duna. Delta do Parnaíba (PI). Foto: Roberto das Chagas Silva.



Sambaquis - montes artificiais constituídos de conchas de moluscos, encontrados ao longo da costa brasileira, mais frequentemente na Região Sul, de origem atribuída a atividades de civilizações antigas das planícies costeiras. Chegam a alcançar dezenas de metros de altura e algumas centenas de metros de diâmetro. Contêm instrumentos líticos, ossadas humanas e fragmentos de cerâmica, além de ossos de vários animais (Foto 232);



Foto 232 - Sambaqui. Ilha Comprida (SP). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira..

"Cordilheiras, vazantes e corixos" - denominações de feições características da região do Pantanal Mato-grossense, que representam pequenos desníveis do terreno, alternando áreas ligeiramente mais elevadas (cordilheiras) e pequenos canais, por onde a água escoa (vazantes e corixos) (Foto 233);



Foto 233 - Cordilheiras e vazantes/corixos. Poconé (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Diques aluviais - formações características que ocorrem ao longo de rios e córregos, posicionadas entre o leito e a planície de inundação ou terraços recentes dos mesmos. São ligeiramente mais elevados que o restante das áreas marginais ribeirinhas. É muito comum a sua exploração com lavouras (Fotos 234, 235 e 236);



Foto 234 - Dique marginal do rio Paraná. (Divisa dos Estados SP/MS). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 235 - Dique marginal do rio Santo Antônio. Gurupi (TO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira..

Rio Cuiabá



Foto 236 - Cultivo de hortaliças sobre dique do rio Cuiabá. Cuiabá (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Cavidades - ocorrências de origem diversa, muitas vezes associadas a áreas cársticas e muitas vezes a solos de material expansivo (argila de atividade alta), que constituem "buracos" ou pequenas crateras na superfície do terreno (Fotos 237, 238 e 239);



Foto 237 - Cavidade. Iuiú (BA). Foto: Glailson Barreto Silva.



Foto 238 - Cavidade ("sumidouro" em fundo de dolina). Janaúba (MG). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 239 - Cavidade em área de NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico vertissólico. Catumbela (Angola). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

"Folha de zinco" - ocorrência específica de regiões aluvionares de grandes extensões (Exemplo: baixada campista - Campos dos Goytacazes/RJ) ou áreas costeiras (praias). Trata-se de sucessão de pequenos diques (elevações), alinhados paralelamente no terreno (Foto 240); e



Foto 240 - Microrrelevo tipo folha de zinco. Praia de Grussaí. São João da Barra (RJ). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Tálus - Também denominado "Talus de Encosta", refere-se a depósitos de sopé de escarpas, penhascos ou encostas íngremes, resultantes da ação da gravidade, constituídos de fragmentos de rochas soltos, ou ordinariamente misturados com solo (Foto 241).

Observação: Alguns autores grafam de maneira diferente, como "tálus", como, por exemplo, Suguio (1992).



Foto 241 - Aspecto de tálus de encosta. Monte Roraima (RR). Foto: José Frutuoso do Vale Júnior.

2.2.1.6.4 Fases de declividade

Em razão dos grandes intervalos de declives estabelecidos para separação das várias classes de relevo, necessariamente levantamentos de solos executados, em níveis de detalhe, deverão contemplar fases de declividades, com menores intervalos que os utilizados para as classes de relevo, a serem estabelecidos em função da demanda de cada levantamento.

2.2.1.6.5 Fases de drenagem

A drenagem do solo refere-se à rapidez e à facilidade com que a água recebida se escoa por infiltração e/ou escorrimento, afetando as suas condições hídricas, refletidas nos períodos em que permanece úmido, molhado ou encharcado.

A cor do solo é um dos principais indicadores da drenagem natural de um perfil de solo. Solos de boa drenagem tendem a apresentar cores vivas (avermelhadas) em razão da presença de compostos de ferro estáveis nesta condição, enquanto solos de drenagem mais restrita tendem a apresentar cores neutras ou acinzentadas, condicionadas pela

presença de formas reduzidas de ferro (Fe²⁺). Mosqueados e cores variegadas expressam alternâncias de condições redutoras e oxidantes pela flutuação do lençol freático.

A seguir, são transcritos os conceitos das classes de drenagem empregadas na caracterização dos solos e que podem ser usadas para caracterizar fases de unidades de mapeamento dos mapas detalhados de solos.

Os critérios são derivados de *Soil survey manual* (1951) com modificações oriundas da *Reunião técnica de levantamento de solos* (1979).

Excessivamente drenado - a água é removida do solo muito rapidamente; os solos com esta classe de drenagem são de textura arenosa. (Foto 242).



Foto 242 - Classe excessivamente drenado. NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico. Jauru (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Fortemente drenado - a água é removida rapidamente do solo; os solos com esta classe de drenagem são muito porosos, de textura média a arenosa e bem permeáveis. (Foto 243).

Acentuadamente drenado - a água é removida rapidamente do solo; os solos com esta classe de drenagem são normalmente de textura argilosa a média, porém sempre muito porosos e bem permeáveis. Exemplo: Latossolos Vermelhos de textura argilosa.

Bem drenado - a água é removida do solo com facilidade, porém não rapidamente; os solos comumente apresentam textura argilosa ou média/argilosa, e mosqueados de redução, quando presentes estão profundos, a mais de 150cm da superfície do solo e a mais de 30cm do topo do horizonte B ou do horizonte C, se não existir B (Foto 244).



Foto 243 - Classe fortemente drenado. NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico latossólico. Caçu (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Moderadamente drenado - a água é removida do solo um tanto lentamente, de modo que o perfil permanece molhado por uma pequena, porém significativa, parte do tempo. Os solos comumente apresentam uma camada de permeabilidade lenta no *solum* ou imediatamente abaixo dele. Podem apresentar algum mosqueado de redução na parte inferior do B, ou no topo do mesmo, associado à diferença textural acentuada entre A e B, a qual se relaciona com condição epiáquica (Foto 245).



Foto 244 - Classe bem drenado. ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico. Maracaibo (Venezuela). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 245 - Classe moderadamente drenado. LATOSSOLO AMARELO Distrófico gleissólico, textura argilosa. Brazabrantes (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Imperfeitamente drenado - a água é removida do solo lentamente, de tal modo que este permanece molhado por período significativo, mas não durante a maior parte do ano. Os solos comumente apresentam uma camada de permeabilidade lenta no *solum*, lençol ou nível freático alto, adição de água através de translocação lateral interna ou alguma combinação destas condições. Normalmente, apresentam algum mosqueado de redução no perfil, notando-se na parte baixa indícios de gleização (Foto 246).

Mal drenado - a água é removida do solo tão lentamente que este permanece molhado por uma grande parte do ano. O lençol ou nível freático comumente está à superfície ou próximo a ela durante uma considerável parte do ano. É frequente a ocorrência de mosqueado no perfil e características de gleização (Foto 247).

Muito mal drenado - a água é removida do solo tão lentamente que o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano. Tais solos usualmente ocupam áreas planas ou depressões, onde há estagnação de água. Geralmente, são solos com gleização e, comumente, horizonte hístico. Exemplo: Gleissolos e Organossolos.

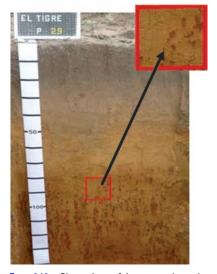


Foto 246 - Classe imperfeitamente drenado. ARGISSOLO AMARELO Distrófico plíntico, textura média/argilosa. El Tigre (Venezuela). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 247 - Classe mal drenado. GLEISSOLO MELÂNICOTE Eutrófico neofluvissólico, textura argilosa. Brazabrantes (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

2.2.1.6.6 Fases de pedregosidade

Qualificam áreas em que a presença superficial ou subsuperficial de quantidades expressivas de calhaus (2 a 20cm) e matacões (20 a 100cm) interfere no uso das terras, sobretudo no referente ao emprego de máquinas e equipamentos agrícolas, ou seja, presença de 3% ou mais de calhaus e/ou matacões. A qualificação "fase pedregosa" é atribuída aos solos enquadrados nas classes de pedregosidade denominadas pedregosa, muito pedregosa e extremamente pedregosa, conforme definições a seguir, com base em *Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento: normas em uso pelo SNLCS* (1988).

Não pedregosa - quando não há ocorrência de calhaus e/ou matacões na superfície e/ou na massa do solo, ou a ocorrência é insignificante e não interfere na aração do solo, ou é significante, sendo, porém, facilmente removível.



Ligeiramente pedregosa - ocorrência de calhaus e/ou matacões esparsamente distribuídos, ocupando 0,01 a 0,1% da massa e/ou da superfície do terreno (distanciando-se por 10 a 30m), podendo interferir na aração, sendo, entretanto, perfeitamente viável o cultivo entre as pedras.

Moderadamente pedregosa - ocorrência de calhaus e/ou matacões ocupando 0,1 a 3% da massa do solo e/ou da superfície do terreno (distanciando-se por 1,5 a 10m) tornando impraticável o cultivo entre as pedras, podendo, entretanto, seus solos serem utilizados no cultivo de forrageiras e pastagens naturais melhoradas, se outras características forem favoráveis.

Pedregosa - ocorrência de calhaus e/ou matacões ocupando 3 a 15% da massa do solo e/ou da superfície do terreno (distanciando-se por 0,75 a 1,5m), tornando impraticável o uso de maquinaria, com exceção de máquinas leves e implementos agrícolas manuais. Solos nessa classe de pedregosidade podem ser utilizados como áreas de preservação da flora e da fauna.

Muito pedregosa - ocorrência de calhaus e/ou matacões ocupando de 15 a 50% da massa do solo e/ou da superfície do terreno (distanciando-se por menos de 0,75m), tornando completamente inviável o uso de qualquer tipo de maquinaria ou implemento agrícola manual. Solos nessa classe de pedregosidade são viáveis somente para vegetações nativas.



Foto 248 - Classe extremamente pedregosa. Juína (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Extremamente pedregosa - calhaus e matacões ocupam de 50 a 90% da superfície do terreno e/ou massa do solo (Foto 248). Quando os calhaus e/ou matacões ocupam mais de 90% da superfície do terreno e/ou da massa do solo, este passa a ser considerado tipo de terreno.



Foto 249 - Fase pedregosa. Ribeira (SP). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Diferentes **fases de pedregosidade** são identificadas, em conformidade com a posição de ocorrência de calhaus e matacões no perfil, assim caracterizadas:

Fase pedregosa - o solo contém calhaus e/ou matacões ao longo de todo o perfil ou no(s) horizonte(s) superior(es) até profundidade maior que 40cm (Foto 249).



Fase epipedregosa - o solo contém calhaus e/ou matacões apenas na parte superficial e/ou dentro do solo até profundidade em torno de 40cm. Esta fase inclui solos da classe dos Neossolos Litólicos que apresentam pedregosidade. Solos com pavimento pedregoso que não pode ser facilmente removido incluem-se também nesta fase (Foto 250).

Fase endopedregosa - o solo contém calhaus e/ou matacões somente a partir de profundidades maiores que 40cm, sendo a seção de pedregosidade descontínua ou não. (Foto 251).



Foto 250 - Fase epipedregosa. Niquelândia (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 251 - Fase endopedregosa. Niquelândia (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

2.2.1.6.7 Fases de rochosidade

Rochosidade refere-se à exposição do substrato rochoso, lajes de rochas, parcelas de camadas delgadas de solos sobre rochas e/ou predominância de *boulders* com diâmetro médio maior que 100cm, na superfície ou na massa do solo, em quantidades tais, que tornam impraticável o uso de máquinas agrícolas.

A "fase rochosa" será atribuída aos solos enquadrados nas seguintes classes de rochosidade: **rochosa, muito rochosa e extremamente rochosa,** conforme caracterização a seguir, com base em *Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento: normas em uso pelo SNLCS* (1988):

Classes de rochosidade

Não rochosa - não há ocorrência de afloramentos do substrato rochoso nem de matacões, ou sua ocorrência é muito pequena, ocupando menos de 2% da superfície do terreno, não interferindo na aração do solo.

Ligeiramente rochosa - os afloramentos são suficientes para interferir na aração, sendo, entretanto, perfeitamente viável o cultivo entre as rochas. Os afloramentos e/ou matacões se distanciam de 30 a 100m, ocupando de 2 a 10% da superfície do terreno (Foto 252).





Foto 252 - Classe ligeiramente rochosa. Juruena (MT). Foto: Eduardo Guimarães Couto.

Moderadamente rochosa - os afloramentos são suficientes para tornar impraticáveis cultivos entre rochas e/ou matacões, sendo possível o uso do solo para o cultivo de forrageiras ou pastagem natural melhorada. Os afloramentos e/ou matacões se distanciam de 10 a 30m, ocupando de 10 a 25% da superfície do terreno (Foto 253).



Foto 253 - Classe moderamente rochosa. Macaé (RJ). Foto: Rosangela Garrido Machado Botelho



Rochosa - os afloramentos são suficientes para tornar impraticável a mecanização, com exceção de máquinas leves. Solos dessa classe de rochosidade podem ser utilizados como áreas de preservação da flora e da fauna. Os afloramentos rochosos, matacões e/ou manchas de camadas delgadas de solos sobre rochas se distanciam de 3 a 10m e cobrem de 25 a 50% da superfície do terreno (Foto 254).



Foto 254 - Classe rochosa. Juruena (MT). Foto: Eduardo Guimarães Couto.

Muito rochosa - os afloramentos rochosos, matacões e/ou manchas de camadas delgadas de solos sobre rochas se distanciam por menos de 3m (cobrindo 50 a 90% da superfície), tornando completamente inviável a mecanização. Solos nessa classe de rochosidade são viáveis apenas para florestas nativas (Foto 255).



Foto 255 - Classe muito rochosa. Juruena (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Extremamente rochosa - afloramentos de rochas e/ou matacões ocupam mais de 90% da superfície do terreno, sendo, nesse caso, considerados tipos de terreno (Foto 256).



Foto 256 - Classe extremamente rochosa. Aracruz (ES). Foto: Rosangela Garrido Machado Botelho.

2.2.1.6.8 Fases erodida e assoreada

A intensificação da utilização das terras para fins diversos tem como primeiro passo o seu desmatamento, que é a retirada de sua proteção natural. Em seguida, uma série de outras agressões é praticada com o intuito de se obter máxima exploração, o que traz consigo inevitavelmente processos de erosão e assoreamento, a despeito dos cuidados conservacionistas que são tomados.

Os levantamentos de solos, principalmente os de maior detalhe, conseguem detectar estes processos nos diversos solos e, em razão disso, são estabelecidos os seguintes critérios para definir os solos em função da incidência dos fenômenos mencionados.

Fase erodida

Será identificada a fase erodida nos solos que apresentarem classes de erosão forte, muito forte e extremamente forte, conforme descrições a seguir:

Classes de erosão

Não aparente - o solo nessa classe de erosão não apresenta sinais perceptíveis de erosão laminar ou em sulcos.

Ligeira - o solo apresenta menos de 25% do horizonte A ou da camada arável removidos quando esta for inteiramente constituída pelo horizonte A. Solos que apresentam horizonte A naturalmente pouco espesso (<20cm), sendo a camada arável constituída pelo horizonte A e parte do B, também se enquadram nessa classe de erosão. As áreas apresentam sulcos superficiais e ocasionais rasos, que podem ser cruzados por



máquinas agrícolas e que são desfeitos pelas práticas normais de preparo do solo. Nessa classe de erosão, os solos, em geral, não foram suficientemente afetados a ponto de alterarem o caráter e a espessura do horizonte A (Foto 257).



Foto 257 - Erosão eólica (Classe ligeira). Chapadão dos Gaúchos (MS). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Moderada - o solo, com 25 a 75% do horizonte A removido na maior parte da área, apresenta frequentes sulcos rasos que não são desfeitos pelas práticas normais de preparo do solo. A camada arável, em geral, consiste em remanescentes do horizonte A e, em alguns casos, da mistura dos horizontes A e B (Fotos 258, 259 e 260).



Foto 258 - Erosão laminar (Classe moderada). Ervália (MG). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 259 - Erosão laminar e em sulcos (Classe moderada). Cassilândia (MS). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 260 - Erosão em sulcos (Classe moderada). Uraí (PR). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Forte - o solo apresenta-se com mais de 75% do horizonte A removido, exceto em pequenas áreas entre os sulcos, e o horizonte B, já exposto, apresenta sulcos profundos (voçorocas) ocasionais e sulcos rasos muito frequentes. Os sulcos em parte da área onde ocorre essa classe de erosão não são desfeitos pelas práticas normais de preparo do solo (Foto 261).



Foto 261 - Erosão em ravinas (Classe forte). Ceres (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Muito forte - o solo apresenta o horizonte A completamente removido e o horizonte B já bastante atingido por frequentes sulcos profundos (ravinas) e ocasionais sulcos muito profundos (voçorocas). Áreas que apresentam esta classe de erosão não podem ser cruzadas por máquinas agrícolas.

Extremamente forte - o solo apresenta os horizontes A e B completamente removidos, sendo que o horizonte C revela ocorrência muito frequente de sulcos muito profundos (voçorocas). O solo com essa classe de erosão é inadequado para fins agrícolas (Fotos 262, 263 e 264).



Foto 262 - Erosão em voçoroca (Classe extremamente forte). São Gabriel d'Oeste (MS). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 263 - Erosão em voçoroca (Classe extremamente forte). Jataí (GO). Foto: Antônio Gladstone Carvalho Fraga.



Foto 264 - Erosão em voçoroca (Classe extremamente forte). Região das cabeceiras do rio Jauru (MT). Foto: Walter Alves dos Santos.

Fase assoreada

A fase assoreada será identificada em solos situados em zonas de aporte de sedimentos (zonas baixas e/ou planícies de rios e lagos/ lagoas, terraços, terço inferior de encostas e situações análogas) que têm seu horizonte superficial A, totalmente recoberto por sedimentos recentes, diferenciados, e sem qualquer tipo de desenvolvimento que possa ser entendido como gênese local (Fotos 265 e 266).



Foto 265 - Perfil de ORGANOSSOLO HÁPLICO Sáprico típico, fase assoreada. Campo Erê (SC). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

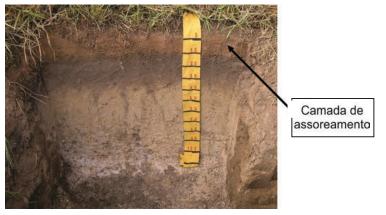


Foto 266 - Perfil de GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico plíntico, fase assoreada. Primavera do Leste (MT). Foto: Eduardo Guimarães Couto.



Via de regra, trata-se de sedimentos provindos de áreas adjacentes elevadas, onde os processos erosivos são bastante evidentes.

Constitui fase assoreada, todo solo recoberto por camada com espessura superior a 10cm e inferior a 50cm, visto que passa a interferir no uso do mesmo.

Adaptado de buried soils, de Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys (1999).

A presença de camada(s) de assoreamento no perfil do solo deverá ser mencionada no item **Observações**, com suas principais características morfológicas registradas, conforme exemplo abaixo:

Observações: Presença de camada de assoreamento na superfície do solo, com as seguintes características: espessura de 20cm; bruno-amarelado (10YR 5/6, úmido); textura argilosa; estrutura granular; consistência friável, plástica e pegajosa.

2.2.1.6.9 Fase de substrato

Será identificada para solos da classe dos Neossolos Litólicos. Visa complementar informações, com relação a atributos herdados da rocha matriz. A descrição da fase deve contemplar o tipo de material litológico subjacente e, quando cabível, informações adicionais do tipo e presença de fraturamento, fendas e outras.



2.3 Principais solos do Brasil

ARGISSOLOS AMARELOS
ARGISSOLOS VERMELHO MANARELOS
ARGISSOLOS VERMELHOS
ARGISSOLOS VERMELHOS
CAMBISSOLOS HÁPILOS
CHERNOSSOLOS RÉNDIZOS
CHERNOSSOLOS RÉNDIZOS
CHERNOSSOLOS RENDIZOS
CHERNOSSOLOS RENDIZOS
CHERNOSSOLOS RENDIZOS
CHERNOSSOLOS RENDIZOS
GLEISSOLOS HAPILOS
LATOSSOLOS PERMELHOS
LATOSSOLOS VERMELHOS
LATOSSOLOS PERMELHOS
PLANOSSOLOS HAPILOS
PLANOSSOLOS HAPILOS
PLANOSSOLOS HAPILOS
PLINTOSSOLOS FAPILOS
P

Figura 22 - Mapa de solos do Brasil

Adaptado de Atlas nacional do Brasil (2000)



ARGISSOLOS

Os solos desta classe têm como característica marcante um aumento de argila do horizonte superficial A para o subsuperficial B que é do tipo textural (Bt), geralmente acompanhado de boa diferenciação também de cores e outras características. As cores do horizonte Bt variam de acinzentadas a avermelhadas e as do horizonte A, são sempre mais escurecidas (Fotos 267 a 271). A profundidade dos solos é variável, mas em geral são pouco profundos e profundos. São juntamente com os Latossolos, os solos mais expressivos do Brasil, sendo verificados em praticamente todas as regiões.



Foto 267 - ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrúptico. São Mateus (ES). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 268 - ARGISSOLO VERMELHO Alumínico abrúptico. Piracicaba (SP). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

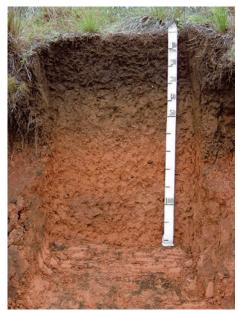


Foto 269 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Alumínico típico (Rubrozém). Curitiba (PR). Foto: Gustavo Ribas Curcio.



Foto 270 - ARGISSOLO BRUNO-ACINZENTADO Alítico típico. Alfredo Vagner (SC). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

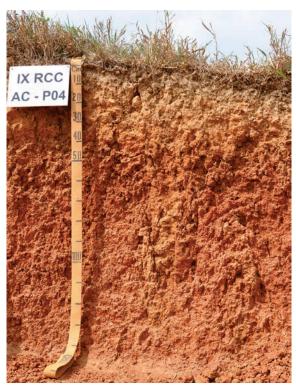
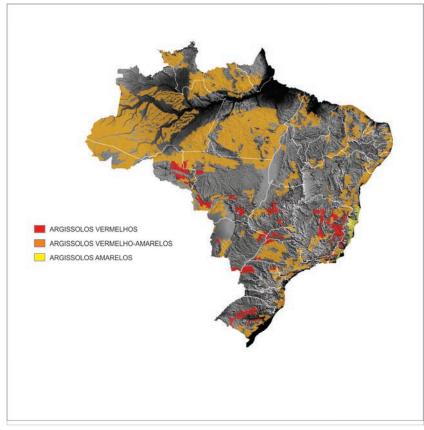


Foto 271 - ARGISSOLO VERMELHO Alítico plíntico. Cruzeiro do Sul (AC). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Figura 23 - Principais ocorrências dos Argissolos



Adaptado de Atlas nacional do Brasil (2000)



CAMBISSOLOS

São solos que apresentam grande variação no tocante à profundidade, ocorrendo desde rasos a profundos, além de apresentarem grande variabilidade também em relação às demais características (Fotos 272 a 274). A drenagem varia de acentuada a imperfeita e podem apresentar qualquer tipo de horizonte A sobre um horizonte B incipiente (Bi), também de cores diversas. Muitas vezes são pedregosos, cascalhentos e mesmo rochosos.

Ocorrem disseminados em todas as regiões do Brasil, preferencialmente em regiões serranas ou montanhosas.

Em condição de relevo suave (mecanizável) e sem presença de cascalhos ou pedregosidade, ocorrem com grande expressão na porção sudeste do Estado de Mato Grosso (Depressão de Paranatinga).



Foto 273 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico. Mateiros (TO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 272 - CAMBISSOLO HÁPLICOTO Distrófico típico. Paranatinga (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira



Foto 274 - CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico típico (Cambissolo Bruno Húmico). São Joaquim (SC). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.



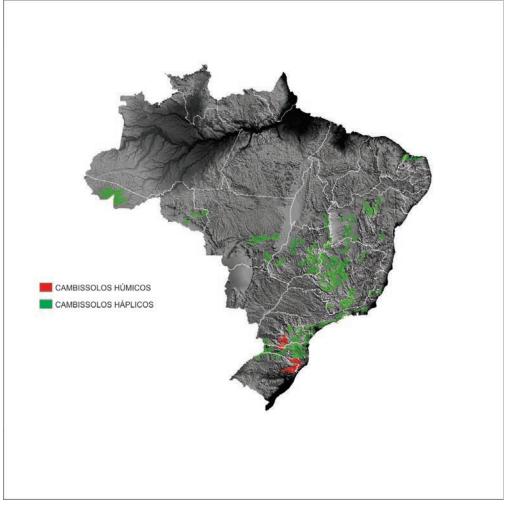


Figura 24 - Principais ocorrências dos Cambissolos

Adaptado de Atlas nacional do Brasil (2000)



CHERNOSSOLOS

Solos de pequena e mediana espessura, que se caracterizam pela presença de um horizonte superficial A do tipo chernozêmico (teores consideráveis de matéria orgânica, cores escurecidas e boa fertilidade), sobre horizontes subsuperficiais avermelhados ou escurecidos com argila de alta atividade (Fotos 275 a 278).

Ocorrem em várias regiões do Brasil, mas têm concentração expressiva na região da Campanha Gaúcha (Ebânicos), onde são utilizados com pasto e lavouras. No restante do Brasil ocorrem relativamente dispersos (Argilúvicos), ou em pequenas concentrações em Mato Grosso do Sul (Serra da Bodoquena) e Rio Grande do Norte (Rêndzicos).



Foto 275 - CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico vertissólico. Corumbá (MS). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.



Foto 276 - CHERNOSSOLO EBÂNICO Órtico típico. Ipiaú (BA). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.





Foto 277 - CHERNOSSOLO RÊNDZICO Carbonático típico. Corumbá (MS). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 278 - CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico. Ipiaú (BA). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

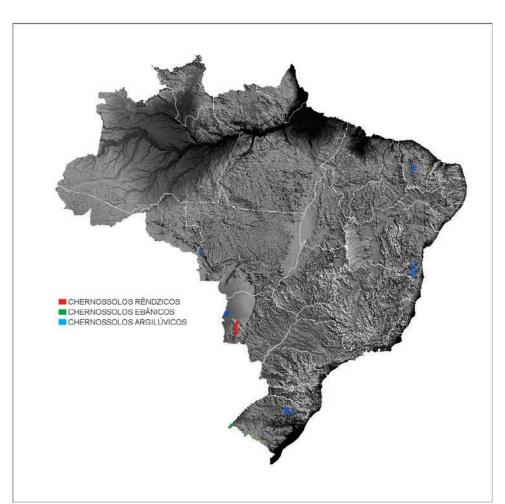


Figura 25 - Principais ocorrências dos Chernossolos



ESPODOSSOLOS

São solos bastante característicos em razão de sua gênese. Via de regra, apresentam diferenciação significativa entre os horizontes e, na maioria das vezes, têm um horizonte espódico de cores escurecidas ou avermelhadas/amareladas, precedido sde um horizonte eluvial E (muitas vezes álbico) (Fotos 279 a 282). O horizonte espódico ocorre a profundidades variáveis, e em alguns pontos da região Amazônica encontra-se a profundidades superiores a 3 metros (Foto 280). São em geral muito pobres no tocante a nutrientes minerais e têm textura arenosa predominantemente.

Encontram-se distribuídos esparsamente ao longo da costa leste brasileira, sendo sua mais expressiva ocorrência na região Amazônica (Amazonas, Roraima) e no Pantanal Mato-grossense. Quando muito, são explorados com pastoreio extensivo de gado bovino.



Foto 279 - ESPODOSSOLO FERRILÚVICO Órtico dúrico. Recife (PE). Foto: Paulo KlingerTito Jacomine.



Foto 280 - ESPODOSSOLO FERRI-HUMILÚ-VICO Hiperespesso típico (Podzol Gigante). Cantá (RR). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.





Foto 281 - ESPODOSSOLO FERRI-HUMI-LÚVICO Órtico arênico. Canavieiras (BA). Foto: Glailson Barreto Silva.



Foto 282 - ESPODOSSOLO FERRI-HU-MILÚVICO Órtico dúrico (duripã a partir de 80cm). Conde (BA). Foto extraída de Fortunato (2004).

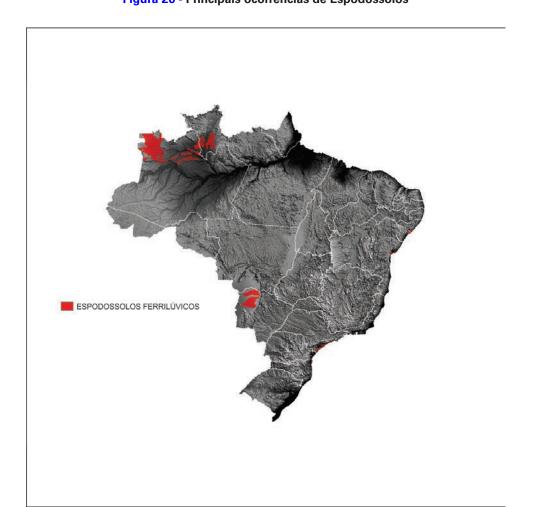


Figura 26 - Principais ocorrências de Espodossolos



GLEISSOLOS

São solos característicos de áreas alagadas ou sujeitas a alagamento (margens de rios, ilhas, grandes planícies, etc.). Apresentam cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas, dentro de 50cm da superfície (Fotos 283 a 288). Podem ser de alta ou baixa fertilidade natural e têm nas condições de má drenagem a sua maior limitação de uso. Ocorrem em praticamente todas as regiões brasileiras, ocupando principalmente as planícies de inundação de rios e córregos.



Foto 283 - GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico solódico. Corumbá (MS). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.



Foto 285 - GLEISSOLO HÁPLICO To Distrófico neofluvissólico. São Miguel do Araguaia (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 284 - GLEISSOLO MELÂNICOTb Distrófico típico. Nova Xavantina (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 286 - GLEISSOLO HÁPLICO To Distrófico petroplíntico. Jaciara (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 287 - GLEISSOLO TIOMÓRFICO Órtico neofluvissólico. Aracruz (ES). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

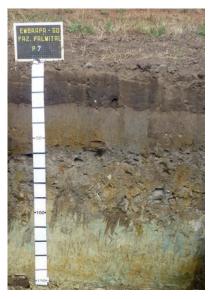


Foto 288 - GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico neofluvissólico. Fazenda Palmital, Brazabrantes (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

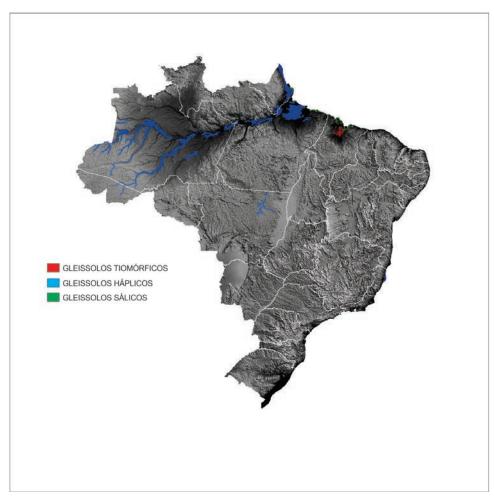


Figura 27 - Principais ocorrências dos Gleissolos



LATOSSOLOS

Em geral são solos muito intemperizados, profundos e de boa drenagem. Caracterizamse por grande homogeneidade de características ao longo do perfil, mineralogia da fração argila predominantemente caulinítica ou caulinítica-oxídica, que se reflete em valores de relação Ki baixos, inferiores a 2,2, e praticamente ausência de minerais primários de fácil intemperização. Distribuem-se por amplas superfícies no Território Nacional, ocorrendo em praticamente todas as regiões, diferenciando-se entre si principalmente pela coloração e teores de óxidos de ferro, que determinaram a sua separação em quatro classes distintas ao nível de subordem no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS.

Latossolos Brunos

São em geral profundos, com horizonte superficial (A) escurecido e o subsuperficial (B) em tons brunados, com matiz mais amarelo que 2,5YR no horizonte BA ou em todo horizonte B, e com: horizonte A com mais de 30cm de espessura e teor de carbono maior que 10g.kg-1, inclusive no BA; textura argilosa ou muito argilosa em todo o B; alta capacidade de retração com a perda de umidade, evidenciada pelo fendilhamento acentuado em cortes de barrancos expostos ao sol por curto espaço de tempo (uma semana ou mais), formando uma estrutura do tipo prismática (Foto 289).



Foto 289 - LATOSSOLO BRUNO Distrófico típico. Vacaria (RS). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.

São comuns na Região Sul do País em grandes altitudes (> 800m), em condições de clima subtropical. A fertilidade natural é baixa, e têm teores de alumínio trocável relativamente elevados. Assim como outros Latossolos são muito utilizados com agricultura.



Latossolos Amarelos

São solos profundos, de coloração amarelada, muito homogêneos, boa drenagem e baixa fertilidade natural em sua maioria (Fotos 290 e 291). Ocupam grandes extensões de terras no Baixo e Médio Amazonas e Zonas Úmidas Costeiras (tabuleiros). São cultivados com grande diversidade de lavouras.



Foto 290 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico. Campos dos Goytacazes (RJ). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 291 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico. Juruti (PA). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Latossolos Vermelhos aluminoférricos, acriférricos, distroférricos e eutroférricos

Como os demais latossolos, têm também grande homogeneidade de características ao longo do perfil, são bem-drenados e de coloração vermelho-escura (Fotos 292 e 293), geralmente bruno-avermelhado-escuro. A estrutura é quase sempre do tipo forte pequena granular com aparência de "pó de café".



Foto 292 - LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico. Jataí (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 293 - LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico. Barro Alto (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

A presença de quantidade significativa de óxidos de ferro (entre 180 e 400g.kg⁻¹), faz com que, em campo, apresentem atração moderada a forte pelo imã (quando secos e pulverizados).

Têm baixa e alta fertilidade natural (são distróficos ou eutróficos) e muitas vezes apresentam relativa riqueza em micronutrientes.

Originam-se de rochas básicas e têm grande ocorrência no País, especialmente na parte do território referente à bacia do Paraná, derivados de basaltos da Formação Serra Geral (Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul).

São importantíssimos pelo seu elevado potencial agrícola, sendo responsáveis por grande parcela da produção agrícola nacional, podendo-se destacar a produção de cana-de-açúcar em São Paulo, e uma grande variedade de grãos na Região Sul.



Latossolos Vermelhos

Solos vermelhos (Fotos 294 e 295), geralmente com grande profundidade, homogêneos, de boa drenagem e quase sempre com baixa fertilidade natural (necessitam de correções químicas para aproveitamento agrícola). Ocorrem em praticamente todas as regiões do Brasil, mas têm grande expressividade nos chapadões da região Central (Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso, Minas Gerais e outros). São responsáveis por boa parte da produção de grãos em sistema de manejo desenvolvido desta região do País.



Foto 294 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico. Rondonópolis (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 295 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico. Caçu (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Latossolos Vermelho-Amarelos

Têm cores vermelho-amareladas (Fotos 296 a 298), são profundos, com boa drenagem e normalmente baixa fertilidade natural, embora se tenha verificado algumas ocorrências de solos eutróficos. Ocorrem em praticamente todo o território brasileiro, entretanto, são pouco expressivos nos estados nordestinos e no Rio Grande do Sul. Quando de textura argilosa são muito explorados com lavouras de grãos mecanizadas e quando de textura média são usados basicamente com pastagens.



Foto 296 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico. Jaciara (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 297 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico. Juína (MT). Foto: Edgar Shinzato.



Foto 298 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico. Jaíba (MG). Foto: Paulo KlingerTito Jacomine.



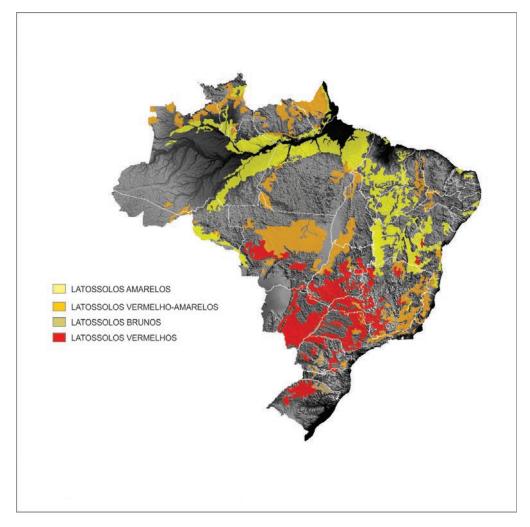


Figura 28 - Principais ocorrências de Latossolos

LUVISSOLOS

São solos de profundidade mediana, com cores desde vermelhas a acinzentadas (Fotos 299 a 301), horizonte B textural ou nítico abaixo de horizonte A fraco, moderado ou horizonte E, argila de atividade alta e alta saturação por bases. Geralmente apresentam razoável diferenciação entre os horizontes superficiais e os subsuperficiais. A mineralogia das argilas condiciona certo fendilhamento em alguns perfis nos períodos secos. São moderadamente ácidos a ligeiramente alcalinos, com teores de alumínio extraível baixos ou nulos e valores da relação Ki elevados (de 2,4 a 4,0), denotando presença expressiva de argilominerais do tipo 2:1.



Foto 299 - LUVISSOLO HÁPLICO Órtico típico. Feijó (AC). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Distribuem-se por boa parte do território brasileiro, com maior expressividade em regiões como o Semiárido nordestino (antigos Bruno Não Cálcicos) Região Sul (antigos Podzólicos Bruno Acinzentados eutróficos) e mesmo na região Amazônica, Estado do Acre (antigos Podzólicos Vermelho-Amarelos e Vermelho-Escuros eutróficos com argila de atividade alta).



Foto 300 - LUVISSOLO CRÔMICO Órtico solódico. Cabrobó (PE). Foto: Antônio José Wilman Rios.



Foto 301 - LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico. Cruzeiro do Sul (AC). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Na Região Sul são utilizados com lavouras de grãos e pastagens, na região Amazônica apenas com pastagens plantadas, enquanto no Semiárido a pecuária extensiva é a principal utilização.



Figura 29 - Principais ocorrências dos Luvissolos



NEOSSOLOS

Solos constituídos por material mineral ou material orgânico pouco espesso (menos de 30 cm de espessura), sem apresentar qualquer tipo de horizonte B diagnóstico e satisfazendo os seguintes requisitos:

- Ausência de horizonte glei, exceto no caso de solos com textura areia ou areia franca, dentro de 50cm da superfície do solo, ou entre 50cm e 120cm de profundidade, se os horizontes sobrejacentes apresentarem mosqueados de redução em quantidade abundante;
- Ausência de horizonte vértico imediatamente abaixo de horizonte A;
- Ausência de horizonte plíntico dentro de 40cm, ou dentro de 200cm da superfície se imediatamente abaixo de horizontes A, E ou precedidos de horizontes de coloração pálida, variegada ou com mosqueados em quantidade abundante, com uma ou mais das seguintes cores:
 - Matiz 2,5Y ou 5Y; ou
 - Matizes 10YR a 7,5YR com cromas baixos, normalmente iguais ou inferiores a 4, podendo atingir 6, no caso de matiz 10YR;
- Ausência de horizonte A chernozêmico conjugado a horizonte cálcico ou C carbonático.

Congregam solos rasos, Neossolos Litólicos (Fotos 303, 306, 309 e 310); ou profundos e arenosos, Neossolos Quartzarênicos (Fotos 304, 305 e 308); ou com presença considerável de minerais primários de fácil intemperização, Neossolos Regolíticos (Fotos 302 e 312); ou ainda, solos constituídos por sucessão de camadas de natureza aluvionar, sem relação pedogenética entre si, Neossolos Flúvicos (Fotos 307 e 311).

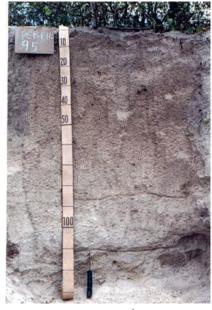


Foto 302 - NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico fragipânico. Garanhuns (PE). Foto: Glailson Barreto Silva.



Foto 303 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico - substrato filito. Rondonópolis (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.





Foto 304 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico. Rondonópolis (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 305 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico típico. Jalapão (TO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 306 - NEOSSOLO LITÓLICO Chernossólico típico - substrato basalto. Bagé (RS). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 307 - NEOSSOLO FLÚVICO Psamítico típico. Margem do rio Tocantins, Peixe (TO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Boa parte dos Neossolos ocorre em praticamente todas as regiões do País, embora sem constituir representatividade espacial expressiva, ou seja, ocorrem de forma dispersa em ambientes específicos, como é o caso das planícies à margem de rios e córregos (Neossolos Flúvicos) e nos relevos muito acidentados de morrarias e serras (Neossolos Litólicos).

Os Neossolos Quartzarênicos, muito expressivos no Brasil, são comuns na região litorânea e em alguns estados do Nordeste, ocupam também grandes concentrações em alguns estados do Centro-Oeste e Norte, como Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Tocantins.

Os Neossolos Regolíticos por sua vez, são encontrados em alguns pontos da região serrana do Sudeste, e têm maiores concentrações nas zonas do Semiárido nordestino e Mato Grosso do Sul.



Foto 308 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico típico. Pantanal do Taquari (MS). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 309 - NEOSSOLO LITÓLICO Chernossólico fragmentário - substrato basalto. Jaraguari (MS). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.





Foto 310 - NEOSSOLO LITÓLICO Húmico típico. São José dos Ausentes (SC). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.



Foto 311 - NEOSSOLO FLÚVICO Psamítico típico. Terraço do rio de Contas, Ipiaú (BA). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

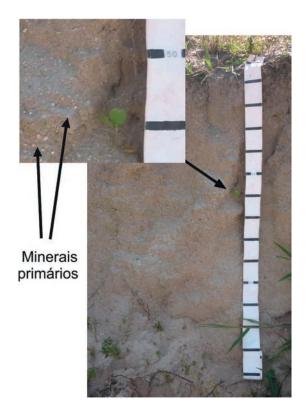


Foto 312 - NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico típico - detalhe para ocorrência de minerais primários. Delmiro Gouveia (AL). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



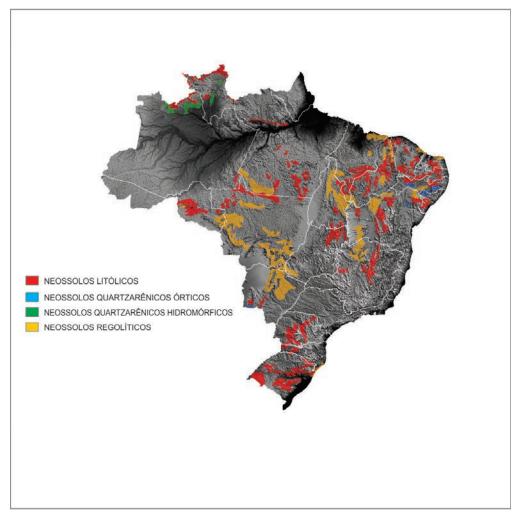


Figura 30 - Principais ocorrências de Neossolos



NITOSSOLOS

Trata-se de ordem caracterizada pela presença de um horizonte B nítico, que é um horizonte subsuperficial com moderado ou forte desenvolvimento estrutural do tipo prismas ou blocos e com a superfície dos agregados reluzentes, relacionadas com a cerosidade ou superfícies de compressão (Fotos 313 a 316). Têm textura argilosa ou muito argilosa e a diferença textural é inexpressiva. São em geral moderadamente ácidos a ácidos com saturação por bases baixa a alta, com composição caulinítico-oxídica, Em sua maioria com argila de atividade baixa, ou com atividade alta (> 20cmol_c. kg⁻¹) associado a caráter alumínico.

Os Nitossolos Vermelhos têm ocorrência em praticamente todo o País, sendo muito expressivos em terras da bacia platina que se estende desde o Rio Grande do Sul a Goiás (região sudoeste), além de terras no norte de Goiás, norte do Tocantins, sul do Maranhão, e algumas ocorrências em Mato Grosso (Juína e Salto do Céu) e Pará (Oriximiná, Alenquer, Altamira), entre outras.

Os Brunos, por sua vez, são mais restritos às regiões altas do Sul do país, com pequena ocorrência também na região de Poços de Caldas - MG.



Foto 313 - NITOSSOLO BRUNO Distrófico típico. Lages (SC). Foto: Lúcia Anjos.



Foto 314 - NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico. Castanheira (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.





Foto 315 - NITOSSOLO VERMELHO Distrófico típico. Oriximiná (PA). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

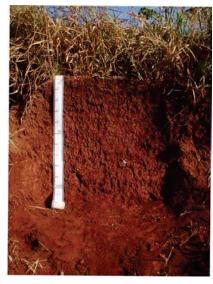


Foto 316 - NITOSSOLO VERMELHO Eutroférrico típico. Ceres (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Figura 31 - Principais ocorrências de Nitossolos



ORGANOSSOLOS

Constituem solos pouco evoluídos, constituídos por material orgânico proveniente de acumulação de restos vegetais em grau variado de decomposição, em ambientes mal a muito maldrenados (Fotos 317 e 318), ou úmidos de altitude elevada, que ficam saturados com água por poucos dias no período chuvoso (Foto 319). Têm coloração preta, cinzenta muito escura ou marrom e apresentam elevados teores de carbono orgânico.

Quando não drenados artificialmente, apresentam-se saturados com água pela maior parte do tempo e têm ocorrência em regiões baixas ou alagadas, geralmente planícies de inundação de rios e córregos e áreas deprimidas.

Há registros de ocorrência destes solos em áreas pequenas no Estado de São Paulo, em áreas ribeirinhas do rio Ribeira do Iguape, no vale do Paraíba estendendo-se até a altura de Resende no Estado do Rio de Janeiro, na zona cacaueira e extremo sul baiano, em áreas ribeirinhas ao longo dos rios Iguaçu e Paraná no Estado do Paraná, nas zonas litorâneas dos estados do Sul e Sudeste, além de presença significativa em planícies de córregos nos planaltos do Brasil Central.



Foto 317 - ORGANOSSOLO HÁPLICO Sáprico térrico. Brasília (DF). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

São solos que têm elevados teores de água em sua constituição, o que dificulta muito o seu manejo para exploração agrícola. Em alguns locais são explorados com horticultura.



Foto 318 - ORGANOSSOLO HÁPLICO Sáprico térrico. Jalapão (TO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 319 - ORGANOSSOLO FÓLICO Hêmico. Chapada dos Veadeiros (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

PLANOSSOLOS

Compreendem solos minerais, imperfeitamente ou maldrenados, com horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, de textura mais leve que contrasta abruptamente com o horizonte B imediatamente subjacente, adensado e geralmente com acentuada concentração de argila, com permeabilidade lenta ou muito lenta, constituindo por vezes um horizonte "pã", que é responsável pela detenção do lençol d'água sobreposto (suspenso), de existência periódica e presença variável durante o ano (Fotos 320 a 324). Podem apresentar



Foto 320 - PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico. Pelotas (RS). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.

qualquer tipo de horizonte A, horizonte E, nem sempre horizonte E álbico, seguidos de horizonte B plânico, tendo sequência de horizontes A, AB, ou A, E (álbico ou não) ou Eg, seguidos de Bt, Btg, Btm ou Btmg.

Portanto, caracterizam-se pela ocorrência de mudança textural abrupta entre o horizonte ou horizontes superficiais (A e/ou E) e o subsuperficial (plânico). São imperfeitamente ou maldrenados e a fertilidade natural é variável. Além da textura, outras características como estrutura, porosidade, permeabilidade e muitas vezes cores são também bastante contrastantes entre o A e/ou E e o B.Têm ocorrência expressiva no Nordeste brasileiro onde são predominantemente nátricos (norte da Bahia até o Ceará), no Pantanal Mato-Grossense e no sul do Rio Grande do Sul, onde são muito explorados com arroz e pastagens.



Foto 321 - PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico. Caruaru (PE). Foto: Glailson Barreto Silva.



Foto 322 - PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico. Pantanal Matogrossense, Poconé (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.





Foto 323 - PLANOSSOLO NÁTRICO Sálico dúrico. Cabo Frio (RJ). Foto extraída de Resende e outros (1995).



Foto 324 - PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico espessarênico solódico. Amajari (RR). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

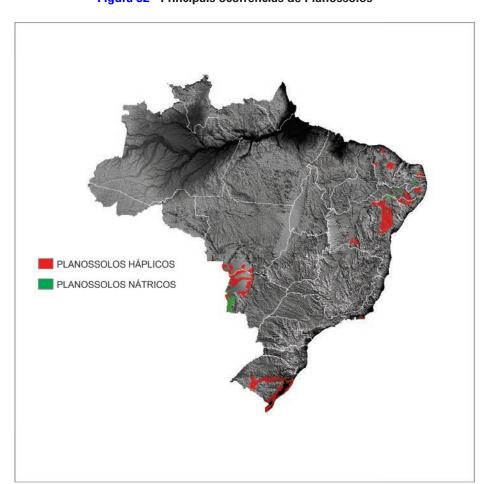


Figura 32 - Principais ocorrências de Planossolos



PLINTOSSOLOS

Caracterizam-se principalmente pela presença de expressiva plintitização com ou sem petroplintita (concreções de ferro ou cangas).

Os Plintossolos Argilúvicos e Háplicos que apresentam drenagem restrita têm como característica diagnóstica a presença do horizonte plíntico, que é identificado principalmente por cores mosqueadas ou variegadas, compostas de tons desde vermelhos a acinzentados (Fotos 325 a 327). Têm ocorrência constatada nas Regiões Norte, Nordeste (Piauí e Maranhão) e Centro-Oeste, mais especificamente, Ilha de Marajó, Baixada Maranhense, sul do Piauí, médio Amazonas, Vale do Paranã (GO/TO), Pantanal Mato-grossense e Planícies do Araguaia e Guaporé. Têm manejo agrícola bastante delicado, que necessita bom controle de sua dinâmica hídrica interna, já que pode ter como consequência o endurecimento da plintita. Entretanto, na Região Centro-Oeste, imensos projetos de cultivo de grãos (principalmente arroz) estão instalados sobre os mesmos, com uso de irrigação/drenagem.



Foto 325 - PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico. Ilha de Marajó (PA). Foto: Paulo KlingerTito Jacomine.



Foto 326 - PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico. São Miguel do Araguaia (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Os Plintossolos Pétricos geralmente de melhor drenagem, caracterizam-se pela presença no perfil dos horizontes diagnósticos concrecionário e/ou litoplíntico (Fotos 328 a 332). Têm ocorrência mais restrita aos planaltos das regiões Centro-Oeste e Norte (TO, GO e MT) e alguns platôs da Amazônia. São usados apenas para pastoreio extensivo quando sob vegetação campestre ou de Campo Cerrado, ou com pasto plantado com espécies forrageiras rústicas.



Foto 327 - PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico espessarênico. Natividade (TO). Foto: Glailson Barreto Silva.



Foto 328 - Perfil de PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário argissólico. São Félix do Araguaia (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 329 - PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário léptico. Niquelândia (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 330 - PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico. Canarana (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

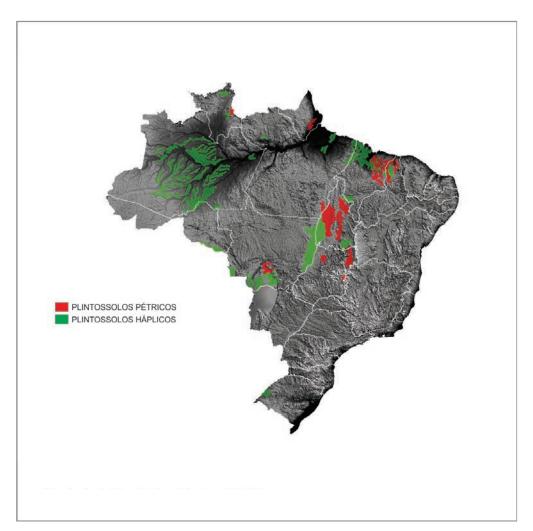


Foto 331 - PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplíntico típico. São Miguel do Araguaia (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 332 - Paisagem de área de PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplíntico típico. Reisópolis (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.







VERTISSOLOS

São solos minerais, com horizonte vértico, cores desde escuras a amareladas, acinzentadas ou avermelhadas, profundos e pouco profundos, geralmente com presença de fendas no perfil como consequência da expansão e contração do material argiloso, superfícies de fricção (*slickensides*) e estrutura fortemente desenvolvida do tipo prismática (Fotos 333 a 336).

Apresentam sequência de horizontes do tipo A-Cv ou A-Biv-C e, neste último caso, sem atender aos requisitos dos solos da classe dos Chernossolos e ausência de contato lítico, ou horizonte petrocálcico, ou duripã dentro dos primeiros 30cm de profundidade, e de qualquer tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte vértico.

São solos férteis e têm ocorrência associada a condições de clima e relevo que dificultam a remoção dos cátions básicos do solo. São expressivos no Semiárido nordestino, no Pantanal Mato-grossense, na Campanha Gaúcha e no Recôncavo Baiano.



Foto 333 - VERTISSOLO HÁPLICO Carbonático típico. Irecê (BA). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.



Foto 334 - VERTISSOLO HÁPLICO Órtico chernossólico. Corumbá (MS). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.





Foto 335 - VERTISSOLO HIDROMÓRFICO Órtico típico. Pantanal Matogrossense, Poconé (MT). Foto: Eduardo Guimarães Couto.

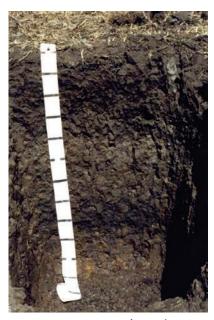


Foto 336 - VERTISSOLO EBÂNICO Órtico típico. Planície do rio Araguaia (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Figura 34 - Principais ocorrências de Vertissolos



2.4 Levantamentos de solos realizados no Brasil

Pela inexistência de um organismo nacional controlador das ações relacionadas com os solos brasileiros, inclusive sobre o seu conhecimento, o IBGE tomou a iniciativa de levantar e relacionar informações sobre os trabalhos de levantamentos de solos realizados no Brasil, que foram divulgadas na edição anterior do *Manual técnico de pedologia* (2007). Nesta oportunidade, foi dado continuidade à catalogação dos levantamentos de solos, tendo sido acrescentadas em relação àquela edição, informações sobre mais 371 trabalhos de levantamentos de solos, totalizando 1.722, apresentados sob a forma de banco de dados relacional no CD-ROM que acompanha a publicação, em arquivo Excel denominado "Levantamentos de solos realizados no Brasil".

A relação está organizada com base em informações de fontes diversas, dentre as quais: informações diretas do(s) autor(es), da empresa ou instituição executora, de consulta direta à obra, e extraídas de anais de congressos e listas de referências. Contém informações sobre a área objeto de cada levantamento, o ano de publicação ou de conclusão, a empresa executora e a autoria do trabalho (esta última quando constante da fonte consultada), o nível de detalhamento ou a natureza do trabalho, os documentos que compõem a obra e a escala dos mapas, quando elaborados.

Com o intuito de facilitar ao usuário a obtenção de informações sobre onde adquirir ou consultar os vários trabalhos ou, pelo menos, onde obter orientações que o levem a isto, foi incorporada uma coluna com informações sobre prováveis locais ou instituições, que poderão dispor de elementos sobre a localização da obra. Tratase de uma informação pouco precisa, visto que boa parte das obras foi realizada no meio privado, regidas por contratos particulares, e quase sempre com tiragem muito limitada, na maioria das vezes contando apenas com um ou dois exemplares, além de ser propriedades exclusivas das empresas ou organismos contratantes.

As informações contidas na referida listagem podem ser extraídas com uso de filtros por Regiões Geográficas, por Unidades da Federação, por tipos de levantamentos, ou mesmo pela escala dos mapas elaborados.

Cabe, entretanto, alertar que a listagem dos levantamentos pedológicos, por limitação de espaço, constará apenas no CD-ROM que acompanha esta publicação.

Parte 3 Cartografia temática e levantamentos de solos

3.1 Cartografia temática

O ato de conhecer os solos, caracterizá-los, classificá-los, e organizá-los em sistemas taxonômicos, tem como principal objetivo criar instrumentos que possibilitem ao homem manejá-los mais corretamente, ou melhor, explorá-los de acordo com suas potencialidades e limitações. Alguns destes instrumentos são sem dúvida os mapas e/ou cartas de solos. Para alcançar este objetivo, além de conhecimentos científicos inerentes aos solos e de sistemas taxonômicos organizados e direcionados, o pedólogo necessariamente lança mão de técnicas e instrumentos de cartografia.

Por esta razão, esta parte do *Manual técnico de pedologia* aborda sucintamente alguns procedimentos básicos de Cartografia necessários à elaboração de mapas/cartas de solos, bem como mostra a conceituação de alguns termos, procedimentos ou expressões rotineiramente empregados na execução de levantamentos de solos. Informações mais detalhadas, a respeito do assunto, podem ser encontradas nas publicações do IBGE *Noções básicas de cartografia* (1999) e *Introdução ao processamento digital de imagens* (2001), de onde os referidos conceitos e/ou definições foram extraídos.

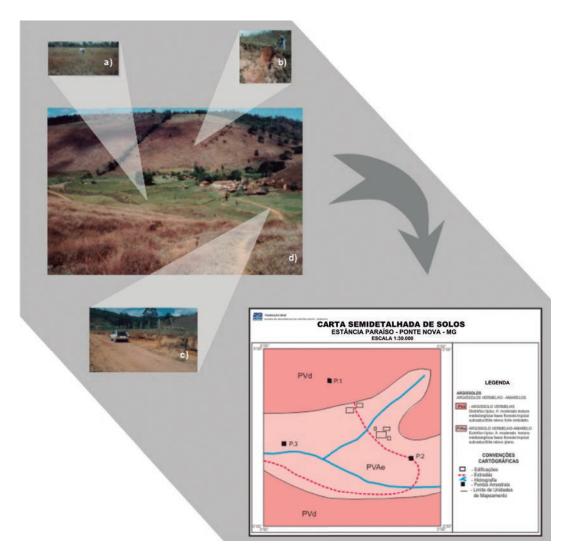
Para a elaboração ou construção de mapas de solos são requeridos trabalhos em duas vertentes básicas (Figura 35). Uma delas e sem dúvida a mais importante, por ser o objeto maior do trabalho, é o conhecimento do solo, e este somente pode ser obtido por meio de investigações *in situ*, realizadas através de trabalhos de campo. Depois de conhecidos e caracterizados, procede-se o seu delineamento sobre sensores remotos (item 3.1.3.2) com base em padrões de imagem associados diretamente a tipos ou características de cada solo ou, indiretamente, através de outros componentes do meio físico a que estão relacionados, dentre eles relevo, vegetação, geologia, tipo de uso e densidade de drenagem.



Em resumo, a tarefa de fazer um mapa de solos exige de seu autor além do conhecimento científico, capacidade de compreender as relações solos-ambiente (muito variáveis de local para local) e capacidade de detectar a extensão das ocorrências dos solos. É a ação comumente denominada "arte" de mapear.

A outra vertente do mapeamento é a que trata da cartografia propriamente dita, ou seja, é a utilização de técnicas de cartografia, bases cartográficas, sensores remotos e recursos de informática, para delimitação dos limites das diversas ocorrências de solos com a maior precisão possível. É importante se ter em mente que os aspectos relacionados com esta vertente são de suma importância na qualidade final de um mapa de solos, mas somente influenciam os aspectos de precisão e de localização dos contornos de unidades do mapa, não trazendo melhorias no que concerne ao conhecimento dos solos.

Figura 35 - Diferentes formas de observação do solo (Foto a -Tradagem; Foto b - Barranco; Foto c - Corte de estrada) em função da localização na paisagem (Foto d - Visão do terreno) para construção de mapas pedológicos



Fotos e ilustração: Virlei Álvaro de Oliveira.



3.1.1 Critérios cartográficos empregados

3.1.1.1 Relacionados com a organização dos solos

3.1.1.1 O indivíduo solo

Cline (1949) identifica indivíduo como "o menor corpo natural, definível por si próprio". Os indivíduos de interesse para a classificação passam a ser membros de classes. Pela definição de Cline (1949), um indivíduo pode representar somente um objeto do universo sob consideração. O indivíduo é completo e indivisível. Em taxonomia de solos, o indivíduo solo não é perfeitamente distinto, é uma entidade imaginária, criada artificialmente por conveniência (KNOX, 1965).

O indivíduo solo é uma concepção teórica. É alguma coisa dentro de certos limites estabelecidos pela mente humana e não coincide necessariamente com as regras da natureza. É, portanto, dependente de limites de classe impostos pelo homem, para atender esquemas de classificações locais e, por isso, muito difícil que seja transferido para outros esquemas.

3.1.1.1.2 Pedon e Polipedon

Nos sistemas modernos de classificação de solos, tem ampla preferência os conceitos de pedon e polipedon, como unidades básicas de referência taxonômica e também como elementos de transferência da concepção teórica do indivíduo solo para o reconhecimento, no campo, de unidades taxonômicas e, por fim, unidades de mapeamento.

O pedon é uma unidade básica de referência, tridimensional, com limites e dimensões arbitrárias, cuja área é determinada pela variabilidade lateral das características utilizadas em taxonomia de solos. Não possuem limites concretos e muitas características se superpõem às de outros pedons e existem em número infinitamente grande (SCHELLING, 1970).

Polipedon é uma área de solos constituída por agrupamento de pedons semelhantes, cujos limites laterais coincidem com os limites de outros conjuntos de pedons e cuja profundidade é determinada pelos pedons que o constituem (SCHELLING, 1970).

Para fins de mapeamento, o polipedon é o elemento de ligação entre a classe de solo e a paisagem. Tem limites laterais estabelecidos pelos critérios de classificação e coincide com a classe de solo no nível categórico mais baixo da taxonomia de solos. Desta forma, o polipedon tem limites objetivos, coincidindo com unidades geográficas básicas de solos que servem ao propósito de identificação e delineamento de classes no campo (JOHNSON, 1963; SOIL..., 1975).

3.1.1.1.3 Perfil de solo

Um perfil de solo é definido como um corte vertical na superfície da terra, que inclui todos horizontes pedogeneticamente inter-relacionados e/ou camadas que tenham sido pouco influenciadas pelos processos pedogenéticos.



O perfil é uma face exposta do solo, onde ele é caracterizado, classificado e descrito no campo. Somente em situações muito raras é que um perfil coincide com as dimensões de um pedon. Por isso, o conceito de pedon (unidade básica de referência para classificação) é normalmente estabelecido mediante observação, descrição, coleta e interpretação de dados morfológicos e analíticos de vários perfis representativos de um determinado segmento da paisagem (A SOIL..., 1984).

3.1.1.1.4 Classe de solo

É definida como um agrupamento de indivíduos, ou outras unidades básicas (pedon, por exemplo), semelhantes em características selecionadas. Classe de solo, conforme definida, é sinônimo de táxon e tem o mesmo significado de unidade taxonômica.

A classe de solo, definida por características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas, com apoio num sistema taxonômico organizado, constitui a unidade fundamental na composição de unidades de mapeamento e no estabelecimento das relações solo/paisagem. Portanto, haverá sempre uma classe de solo correspondente a cada nível hierárquico dos Sistemas Taxonômicos.

3.1.1.1.5 Unidades taxonômicas

A unidade taxonômica é conceituada, segundo um conjunto de características e propriedades do solo, conhecidas por meio do estudo de pedons e polipedons e corresponde à unidade de classificação mais homogênea em qualquer nível categórico de sistemas taxonômicos.

É uma concepção teórica para facilitar o conhecimento sobre objetos (no caso, solos), em tão grande número, que seria impossível a compreensão dos mesmos individualmente. É integrada por um conceito central representado por um perfil de solo modal que exibe as propriedades e características mais usuais e, de outros perfis estreitamente relacionados, que variam em relação ao conceito central, mantendo, no entanto, a variabilidade dentro de limites determinados pela natureza de variável contínua, como é o caso do solo (SOIL..., 1951).

Uma unidade taxonômica é uma classe de solo, definida em qualquer um dos níveis categóricos de um sistema taxonômico estabelecido, conforme os critérios do mesmo, independente das características das paisagens em que ocorrem. Em tempos anteriores ao Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos - SiBCS, em levantamentos de relativo detalhe, era prática comum as unidades taxonômicas serem separadas com base em pequenas diferenças, sob a denominação "variação ou variações" da unidade principal. Tais variações, em sua maior parte, constituem atualmente classes pertinentes aos níveis mais inferiores do SiBCS.

3.1.1.1.6 Unidades de mapeamento

A unidade de mapeamento é o grupamento de área de solos, estabelecido para possibilitar a representação em bases cartográficas e mostrar a distribuição espacial, extensão e limites dos solos.

Uma unidade de mapeamento pode ser constituída tanto por classes de solos quanto por tipos de terreno. Ora juntamente (associados) e ora individualmente.



As características e propriedades dos solos componentes de uma unidade de mapeamento são definidas pelas descrições e conceituações das unidades taxonômicas que a compõem. Enquanto uma unidade taxonômica é uma classe de solo definida e conceituada segundo os parâmetros de classificação, uma unidade de mapeamento é um conjunto de áreas de solos com relações e posições definidas na paisagem.

É, na realidade, a situação mais homogênea que se consegue individualizar por interpretação de materiais básicos (sensores remotos) com apoio de investigações de campo. Os mapas/cartas são, portanto, constituídos por diversas unidades de mapeamento.

Dentro das unidades de mapeamento, sejam simples ou combinadas, podem ocorrer *Inclusões*, que são classes de solos (unidades taxonômicas) ou tipos de terrenos, presentes em proporção muito menor que o componente ou componentes principais. Estas ocorrências representam sempre menos que 20% da área total da unidade de mapeamento.

Tipos de unidades de mapeamento

Unidade simples - é constituída por uma única unidade taxonômica ou um único tipo de terreno ocorrendo em determinada situação ambiental ou ambiente. É uma unidade de mapeamento constituída por um só componente, e este deve representar ou ocupar no mínimo 70% da área da unidade, sendo que outros componentes, que porventura ocorram, são considerados *Inclusões*. Usualmente são relacionadas com até duas inclusões por unidade de mapeamento, embora isto não seja uma regra.

Exemplo de composição de unidade simples com duas *inclusões*:

PVAd - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa, relevo plano, com **inclusões** de ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico e NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico.

Observação:

 O símbolo da unidade simples deve ser formado pela sigla da classe principal. Não há necessidade de se fazer uma classificação ou caracterização muito detalhada dos componentes *inclusões*.

Unidade combinada - é um tipo de unidade de mapeamento constituído por mais de uma unidade taxonômica, ocorrendo em determinada situação ambiental ou ambiente, junto ou não a tipos de terreno.

Pode ser de três tipos: as associações, os complexos e os grupos indiferenciados de solos, que são de maior relevância para os levantamentos pedológicos. Em sua composição entram dois ou mais componentes com possibilidade de ocorrência de *Inclusões*.

As associações e os complexos de solos consistem de combinações de duas ou mais classes de solos distintos, ocorrendo em padrões regularmente repetidos na paisagem. Em ambos os casos, os componentes principais podem ser nitidamente diferentes ou pouco diferenciados, tanto na morfologia como no conjunto de propriedades físicas, químicas e mineralógicas.



- Associações de solos - são grupamentos de unidades taxonômicas, associadas geográfica e regularmente num padrão de arranjamento definido. São constituídas por classes de solos distintos, com limites nítidos ou pouco nítidos entre si, que normalmente podem ser separados em levantamentos de solos mais pormenorizados. As associações são estabelecidas, principalmente, pela necessidade de generalizações cartográficas, em função da escala e do padrão de ocorrência dos solos de uma área. Sua descrição é feita relacionando-se os nomes das várias classes de solos e/ou tipos de terreno ligados pelo sinal "+".

Na descrição de associações, é importante que seja especificado o percentual de ocorrência de cada componente. Componentes individuais de uma associação devem ocupar no mínimo 20% da área da associação. Por tal razão, as associações de solos mais comuns congregam de duas a cinco classes de solos, na condição de componentes e podem apresentar mais de uma inclusão. Via de regra, o primeiro componente relacionado (componente dominante) é o mais expressivo geograficamente dentro da unidade, ou, mais raramente, é o considerado de melhor aptidão agrícola quando há equivalência em termos de expressão geográfica. Os demais componentes, denominados subdominantes ocupam sucessivamente as menores áreas.

Dificilmente uma associação de solos terá o mesmo contorno e mesma composição em dois mapas elaborados por pedólogos ou equipes de pedólogos diferentes, no mesmo nível de detalhamento e para o mesmo local, pois a sua elaboração depende de critérios de interpretação ou de separação, assumidos por cada um executor, e também, das conveniências ou finalidades de cada trabalho.

Exemplo de associação de solos constituída por três componentes e uma inclusão:

PVAd - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, relevo plano + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura média cascalhenta/argilosa, A moderado, relevo suave ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fase pedregosa, relevo forte ondulado. Inclusão de NEOSSOLO LITÓLICO, substrato basalto.

Observações:

- 1) O símbolo da associação de solos deve ser formado pela sigla da classe principal ou classe dominante da associação seguido de um algarismo arábico que auxilia o ordenamento das diversas unidades de mapeamento (ver item 3.2.6.15). Não há necessidade de se fazer uma classificação ou caracterização muito detalhada dos componentes *inclusões*.
- 2) Alerta-se que ocorrem Associações de Solos constituídas por um ou dois componentes, dominantes ou principais, junto a um grupo de outros componentes, estes ocorrendo na condição de Complexo de Solos. Esta situação é comum, por exemplo, em ambientes baixos onde se sucedem diques e vales inundáveis, quando os diques são homogêneos no tocante a tipo de solo e os vales constituem um emaranhado de solos hidromórficos, com arranjamento espacial complexo. Trata-se então de uma unidade de mapeamento mista.
- Complexo de solos são associações de solos, cujos componentes taxonômicos não podem ser individualmente separados nem mesmo em escalas grandes, em



torno de 1:20 000. As unidades taxonômicas que compõem um complexo devem ser necessariamente, identificadas, descritas, coletadas e caracterizadas analiticamente. Os complexos são definidos de acordo com as classes de solos que os compõem. São, por definição, constituídos por solos distintos, com limites pouco nítidos entre si, de difícil individualização para fins cartográficos.

Exemplo de Complexo de Solos constituído por quatro classes de solos

CS - Complexo de Solos constituído por ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, relevo plano + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura arenosa/média, relevo plano + ARGISSOLO VERMELHO Alítico típico, textura argilosa/muito argilosa, relevo suave ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICOTb Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta.

Observações:

- 1) O símbolo da unidade Complexo de Solos é empregado de forma distinta em vários trabalhos. A Fundação IBGE e algumas outras instituições adotam o símbolo CS, seguido do algarismo arábico indicativo da ordem de apresentação na legenda, pelo fato de que para este tipo de unidade não existe ou não se distingue um componente principal ou dominante.
- Para este caso também não é possível identificar o percentual de ocorrência de cada componente e, portanto, não se distingue elemento dominante, nem componente Inclusão.
- Grupos indiferenciados de solos diferem das associações de solos, por serem constituídos pela combinação de duas ou mais unidades taxonômicas com semelhanças morfogenéticas e, portanto, pouco diferenciadas. Apresentam morfologia e propriedades muito semelhantes e com respostas idênticas às práticas de uso e manejo. Declividade, pedregosidade, rochosidade e drenagem podem reunir solos distintos no mesmo agrupamento, considerando que são determinantes de uso e manejo de solos.

Observação:

• Embora muito poucas vezes empregados nos levantamentos de solos realizados no Brasil, da mesma forma que os Complexos de Solos, o símbolo da unidade Grupo indiferenciado de solos tem sido empregado de forma distinta em vários trabalhos. A Fundação IBGE e algumas outras instituições adotam o símbolo GI, seguido do algarismo arábico indicativo da ordem de apresentação na legenda de solos, pelo fato de que para este tipo de unidade não existe ou não se distingue um componente principal ou dominante.

Tipos de terreno - são ocorrências especiais, não positivadas como classes de solos, mas que, por vezes, constituem unidades de mapeamento (ver item 3.2.6.16).

3.1.1.2 Relacionados com a elaboração dos mapas

Os processos cartográficos, partindo da coleta de dados, envolvem estudo, análise, composição e representação de observações, de fatos, fenômenos e dados pertinentes a diversos campos científicos associados à superfície terrestre.



3.1.1.2.1 Escalas de mapas e cartas

Mapas e cartas são documentos que permitem uma visão reduzida de grandes áreas, ou seja, são documentos relativamente pequenos que encerram informações sobre superfícies ou territórios de dimensões bem maiores.

A proporção entre os tamanhos dos mapas/cartas e o tamanho dos territórios representados nos mesmos é indicada pela escala. A escala é, portanto a relação entre a medida de uma porção territorial representada em mapa e o seu tamanho real na superfície terrestre.

As escalas são definidas de acordo com os assuntos a serem representados nos mapas/cartas, podendo ser maiores ou menores conforme a necessidade de se observar um espaço com maior ou menor nível de detalhamento. Podem ser representadas numérica ou graficamente (Figura 36).

Figura 36 - Exemplos de mapas de solos de uma mesma área, elaborados em escalas diferentes

Zoneamento sócio-econômico-ecológico (2000) e Cunha e outros (1980)



Escala gráfica - é a representação de distâncias do terreno sobre uma linha reta graduada. É constituída de um segmento à direita da referência zero, conhecido como "escala primária", e outro à esquerda, denominado "talão" ou "escala de fracionamento", dividido em submúltiplos da unidade escolhida, graduados da direita para a esquerda. Neste, não há necessidade de transformação matemática de centímetros para quilômetros ou metros.

Escala numérica - utiliza como forma de representação uma fração, cujo numerador ou divisor é representado sempre pela unidade, que equivale a uma unidade de medida no mapa, enquanto o denominador representa a grandeza numérica proporcional no terreno, comumente representada por um múltiplo de 10.

Assim, uma escala de 1:100 000, indica que para cada unidade do sistema métrico medida no mapa, há uma correspondência de 100 000 unidades no terreno. Por exemplo, a cada 1cm medido no mapa corresponde uma distância de 100 000cm ou 1km na superfície terrestre (Quadro 21).

Logo, grandes escalas são aquelas que apresentam pequenos valores numéricos no denominador e vice-versa.

3.1.1.2.2 Escala do material básico e de publicação

A escala do material básico deve ser selecionada tendo em vista a compatibilização cartográfica entre os níveis de detalhe ou generalização previstos para o levantamento e o mapa final de solos a ser apresentado. Um levantamento pedológico deve preferencialmente ser executado sobre material básico em escala que seja, normalmente, um pouco maior que a escala final de apresentação do mapa, principalmente para os trabalhos mais generalizados, embora seja comum nos levantamentos mais detalhados utilizar-se como material básico sensores remotos na mesma escala de publicação.

O Projeto Radambrasil efetuou e publicou o mapeamento de solos do Brasil ao nível exploratório com as cartas apresentadas na escala 1:1 000 000, entretanto utilizou o seu material básico (bases cartográficas e imagens de radar) na escala 1:250 000.

3.1.1.2.3 Área mínima mapeável

É, por definição, determinada pelas menores dimensões que podem ser legivelmente delineadas num mapa ou carta, sem prejuízo da informação gerada nos trabalhos de campo, o que corresponde, na prática, a uma área de 0,4cm² (0,6cm x 0,6cm). A equivalência desta área no mapa, com a área correspondente no terreno, é função da escala final de apresentação.



Quadro 21 - 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	km²
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
Exploratórios	1:750 000	7,5	2 250	22,5
	1:1 000 000	10	4 000	40
	1:2 500 000	25	25 000	250
Esquemáticos	1:5 000 000	50	100 000	1 000
	1:10 000 000	100	400 000	4 000
	1:15 000 000	150	900 000	9 000

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

3.1.1.2.4 Representação cartográfica

- Por traço

Globo - representação cartográfica sobre uma superfície esférica, em escala pequena, dos aspectos naturais e artificiais de uma figura planetária, com finalidade cultural e ilustrativa.

Mapa - é a representação no plano, normalmente em escala pequena, dos aspectos geográficos, naturais, culturais e artificiais de uma área tomada na superfície de uma figura planetária, delimitada por elementos físicos, políticos-administrativos, destinada aos mais variados usos (temáticos, culturais e ilustrativos).

Carta - é a representação no plano, em escala média ou grande, dos aspectos artificiais e naturais de uma área tomada de uma superfície planetária, subdividida em folhas delimitadas por linhas convencionais - paralelos e meridianos - com a finalidade de possibilitar a avaliação de pormenores, com grau de precisão compatível com a escala.

Planta - é uma carta que representa uma área de extensão suficientemente restrita para que a sua curvatura não precise ser levada em consideração, e que, em consequência, a escala possa ser considerada constante.



Observação - mediante os conceitos acima, observa-se que a diferença fundamental entre mapas e cartas está nos limites das áreas-objeto dos levantamentos. Quando limites físicos naturais (continentes, ilhas, bacias hidrográficas, depressões, planaltos, terraços de rios, planícies de inundação, tabuleiros, formações geológicas, etc.) ou limites políticos-administrativos (países, Unidades de Federação, municípios, parques, reservas e outras áreas de preservação, imóveis rurais ou urbanos, etc.) são caracterizados como mapas, enquanto aqueles cujos limites são definidos por linhas convencionais (paralelos e meridianos) são caracterizados como cartas.

- Por imagem

Mosaico - é o conjunto de fotos de uma determinada área, recortadas e montadas técnica e artisticamente, de forma a dar a impressão de que todo o conjunto é uma única fotografia.

Classifica-se em:

- controlado é obtido a partir de fotografias aéreas submetidas a processos específicos de correção de tal forma que a imagem resultante corresponda exatamente à imagem no instante da tomada da foto. Essas fotos são então montadas sobre uma prancha, onde se encontram plotados um conjunto de pontos que servirão de controle à precisão do mosaico. Os pontos lançados na prancha têm que ter o correspondente na imagem. Esse mosaico é de alta precisão;
- não controlado é preparado simplesmente através do ajuste de detalhes de fotografias adjacentes. Não existe controle de terreno e as fotografias não são corrigidas.
 Esse tipo de mosaico é de montagem rápida, mas não possui nenhuma precisão.
 Para alguns tipos de trabalho ele satisfaz plenamente; e
- semicontrolado são montados combinando-se características do mosaico controlado e do não controlado. Por exemplo, usando-se controle do terreno com fotos não corrigidas; ou empregando-se fotos corrigidas, mas sem pontos de controle.

Fotocarta - é um mosaico controlado, sobre o qual é realizado um tratamento cartográfico (planimétrico).

Ortofotocarta - é uma ortofotografia - fotografia resultante da transformação de uma foto original, que é uma perspectiva central do terreno, em uma projeção ortogonal sobre um plano - complementada por símbolos, linhas e georreferenciada, com ou sem legenda, podendo conter informações planimétricas.

Ortofotomapa - é o conjunto de várias ortofotocartas adjacentes de uma determinada região.

Fotoíndice - montagem por superposição das fotografias, geralmente em escala reduzida. É a primeira imagem cartográfica da região. O fotoíndice é insumo necessário para controle de qualidade de aerolevantamentos utilizados na produção de cartas através do método fotogramétrico. Normalmente a escala do fotoíndice é reduzida de três a quatro vezes em relação à escala de voo.

Carta imagem - imagem referenciada a partir de pontos identificáveis e com coordenadas conhecidas, superposta por reticulado da projeção, podendo conter simbologia e toponímia.



3.1.1.2.5 Sistemas de projeções mais usuais e suas características

Projeção policônica

- Superfície de representação: diversos cones.
- Aplicações: Apropriada para uso em países ou regiões de extensão predominantemente Norte-Sul e reduzida extensão Leste-Oeste.

Observação: É muito popular devido à simplicidade de seu cálculo, pois existem tabelas completas para sua construção. É amplamente utilizada nos Estados Unidos. No Brasil, é utilizada em mapas da série Brasil, regionais, estaduais e temáticos.

Projeção cônica normal de Lambert (com dois paralelos padrão)

- Os meridianos são linhas retas convergentes. Os paralelos são círculos concêntricos com centro no ponto de interseção dos meridianos.
- Aplicações: A existência de duas linhas de contato com a superfície (dois paralelos padrão) nos fornece uma área maior com um baixo nível de deformação. Isto faz com que esta projeção seja bastante útil para regiões que se estendam na direção leste-oeste, porém pode ser utilizada em quaisquer latitudes.

Observação: A partir de 1962, foi adotada para a Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo - CIM.

Projeção cilíndrica transversa de mercator (tangente)

- Os meridianos e paralelos não são linhas retas, com exceção do meridiano de tangência e do Equador.
- Aplicações: Indicada para regiões onde há predominância na extensão norte-sul. É muito utilizada em cartas destinadas à navegação.

Projeção cilíndrica transversa de mercator (secante)

- Só o Meridiano Central e o Equador são linhas retas.
- Projeção utilizada no SISTEMA UTM (Universal Transversa de Mercator), desenvolvido durante a 2ª Guerra Mundial. Este sistema é, em essência, uma modificação da Projeção Cilíndrica Transversa de Mercator.
- Aplicações: Utilizado na produção das cartas topográficas do Sistema Cartográfico Nacional - SCN produzidas pelo IBGE e Diretoria do Serviço Geográfico - DSG, do Exército Brasileiro.

3.1.2 Técnicas e procedimentos empregados em levantamentos de solos

3.1.2.1 Aerofotogrametria

A fotogrametria é a ciência que permite executar medições precisas utilizando fotografias métricas. Aerofotogrametria é definida como a ciência da elaboração de cartas mediante fotografias aéreas tomadas com câmaras aerotransportadas (eixo ótico posicionado na vertical), utilizando-se aparelhos e métodos estereoscópicos.



3.1.2.2 Aerolevantamentos

Baseados na utilização de equipamentos aero ou espacialmente transportados (câmaras fotográficas e métricas, sensores) prestam-se à descrição geométrica da superfície topográfica em relação a uma determinada superfície de referência.

Aerolevantamento é definido como sendo o conjunto de operações aéreas e/ou espaciais de medição, computação e registro de dados do terreno, com o emprego de sensores e/ou equipamentos adequados, bem como a interpretação dos dados levantados ou sua tradução sob qualquer forma.

3.1.2.3 Cobertura fotográfica

É a representação do terreno através de fotografias aéreas, as quais são expostas sucessivamente, ao longo de uma direção de voo. Essa sucessão é feita em intervalo de tempo tal que, entre duas fotografias haja uma superposição longitudinal de cerca de 60%, formando uma faixa. Nas faixas expostas, paralelamente, para compor a cobertura de uma área é mantida uma distância entre os eixos de voo de forma que haja uma superposição lateral de 30% entre as faixas adjacentes. Alguns pontos do terreno, dentro da zona de recobrimento, são fotografados várias vezes em ambas as faixas.

3.1.2.4 Fotograma

É a fotografia obtida através de câmaras especiais, cujas características óticas e geométricas permitem a retratação acurada dos dados do terreno, de forma que os pormenores topográficos e planimétricos possam ser identificados e projetados na carta, bem como forneçam elementos para a medição das relações entre as imagens e suas posições reais, tais como existiam no momento da exposição. O termo é empregado, genericamente, tanto para os negativos originais como para as cópias e diapositivos. Por extensão, pode também ser aplicado à tradução fotográfica dos dados obtidos por outros sensores remotos que não a câmara fotográfica. O formato mais usual é o de 23 x 23cm.

3.1.2.5 Fotointerpretação

Técnica de analisar imagens fotográficas (fotografias aéreas, imagens orbitais e de radar) com a finalidade de identificar e classificar os elementos naturais e artificiais e determinar o seu significado.

3.1.2.6 Geoprocessamento

Pode ser definido como o conjunto de tecnologias que utilizam técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação espacial, sendo estas tecnologias categorizadas em: coleta (cartografia, sensoriamento remoto, GPS, topografia convencional, fotogrametria, levantamento de dados alfanuméricos), armazenamento (bancos de dados) e análise dos objetos e fenômenos onde a posição geográfica é importante e muitas vezes crítica (ARONOFF, 1989).

Sua grande importância advém de tornar a produção e a análise das informações geográficas mais eficientes, além de mudar o modo como são percebidas e usadas.



As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, denominadas Sistema de Informações Geográficas - SIG, permitem realizar análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Possibilita uma ampla gama de aplicações, que inclui temas como solos, vegetação, geologia, geomorfologia, cartografia e cadastro urbano.

3.1.2.7 Posicionamento tridimensional por GPS

Atualmente, o GPS com a constelação Navstar (Navigation SatelliteTiming and Rangin), totalmente completa e operacional, ocupa o primeiro lugar entre os sistemas e métodos utilizados pela topografia, geodésia, aerofotogrametria, navegação aérea e marítima e quase todas as aplicações em geoprocessamento que envolvam dados de campo.

O segmento espacial do GPS prevê cobertura mundial de tal forma que em qualquer parte do globo, incluindo os polos, exista pelo menos quatro satélites visíveis em relação ao horizonte, 24 horas ao dia. Em algumas regiões da Terra, é possível a obtenção de oito ou mais satélites visíveis ao mesmo tempo. A constelação de satélites GPS é composta por 24 satélites ativos que circulam a Terra em órbitas elípticas (quase circulares), com vida útil esperada de cerca de seis anos.

3.1.2.8 Restituição fotográfica

É a elaboração de um novo mapa ou carta, ou parte dele, a partir de fotografias aéreas e levantamentos de controle, por meio de instrumentos denominados restituidores, ou seja, é a transferência dos elementos da imagem fotográfica para a minuta ou original de restituição, sob a forma de traços. Através de um conjunto de operações denominado orientação, reconstitui-se, no aparelho restituidor, as condições geométricas do instante da tomada das fotografias aéreas, formando-se um modelo tridimensional do terreno, nivelado e em escala - modelo estereoscópico.

3.1.2.9 Sensoriamento remoto

O Sensoriamento Remoto consiste na utilização conjunta de modernos sensores, equipamentos para processamento e transmissão de dados e plataformas para carregar tais instrumentos e equipamentos (aeronaves, espaçonaves, etc.), com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta Terra, em suas mais diversas manifestações (NOVO, 1992).

O principal objetivo do Sensoriamento Remoto é expandir a percepção sensorial do ser humano, seja através da visão panorâmica proporcionada pela aquisição aérea ou espacial da informação, seja pela possibilidade de se obter informações em regiões do espectro eletromagnético inacessíveis à visão humana. Os sensores captam informações resultantes da interação da energia eletromagnética com os objetos e fenômenos (matéria) da superfície terrestre. Essa energia pode ser refletida, transmitida, absorvida ou emitida pela superfície e, a partir destas interações, consegue-se extrair informações importantes sobre características físicas (dimensão, forma, temperatura, cor, etc.) e químicas (composição) dos alvos em estudo. A energia captada pelos sensores pode ser oriunda de uma fonte externa ao alvo (o Sol), interna (energia térmica própria dos alvos), ou ainda proveniente do próprio sensor (pulsos de microondas).



3.1.3 Material cartográfico necessário

No contexto do material básico necessário para execução de levantamentos de solos, tem papel fundamental a **base cartográfica** e os **sensores remotos**.

3.1.3.1 Base cartográfica - mapas ou cartas, contendo informações sobre a hidrografia, planimetria (rede viária e localidades) e altimetria (curvas de nível). Constitui a base para a montagem de qualquer mapa. Nela, são lançadas as informações provenientes da interpretação de imagens de sensores remotos, que assim se tornam cartograficamente ajustadas ou referenciadas (Figura 37).

BASE CARTOGRÁFICA

Figura 37 - Base cartográfica como apoio ao mapeamento temático

Atlas geográfico escolar (2012)



A escolha do material básico para confecção da base cartográfica deve levar em consideração a escala de trabalho, bem como a documentação cartográfica existente.

As cartas do mapeamento topográfico sistemático do território brasileiro, geralmente, constituem fonte de espacialização das informações. São apresentadas em escalas entre 1:250 000 e 1:25 000 e normatizadas pelo IBGE juntamente com a DSG, do Exército Brasileiro.

É importante ressaltar também que em algumas áreas da Amazônia ainda não existe mapeamento topográfico, só estando disponível cartas planimétricas na escala 1:250 000, oriundas do Projeto RADAMBRASIL.

Para servir a levantamentos mais generalizados, costuma-se confeccionar a base cartográfica, diretamente, a partir das cartas topográficas existentes. Para os levantamentos de maior detalhe, cujos mapas ou cartas são confeccionados em escalas grandes, maiores que 1:25 000, e onde não se dispõe de informações em nível compatível com as mesmas, via de regra, as bases são confeccionadas através de restituições fotográficas, ou a partir de levantamentos topográficos elaborados para este fim.

- Critérios para elaboração da base cartográfica

Seleção cartográfica - é a simplificação dos elementos topográficos extraídos da documentação básica, visando à escala final do trabalho. A seleção deve ser equilibrada e a densidade dos elementos topográficos a serem representados deve refletir as características básicas da região, mantendo as feições do terreno.

A representação deve incluir todos os elementos significativos para a escala final do trabalho, sem comprometer a legibilidade da carta, dentre eles:

- a) Hidrografia inclui todos os detalhes naturais e/ou artificiais, tendo a água como principal componente;
- b) Planimetria a seleção dos elementos planimétricos deve ser criteriosa, considerando- se:
- Localidades: É obrigatória a representação de todas as cidades e vilas no campo da folha. Conforme a região geográfica, podem ser selecionados os povoados, lugarejos, núcleos e propriedades rurais; e
- Sistema Viário: As rodovias e ferrovias são selecionadas considerando-se a interligação das localidades selecionadas.

Observação: Nesta fase de seleção, são incluídos os pontos cotados que serão selecionados, visando à representação da malha de pontos que representarão a variação de altitude.

- c) Altimetria representa o relevo através de convenções cartográficas na forma de curvas de nível, escarpas, etc., tendo-se:
- Generalização: é a simplificação da forma geométrica dos acidentes, sem descaracterizá-los, possibilitando sua representação numa escala menor que a do documento origem.



- Interpolação: É a inserção de curvas de nível de cota definida e diferente da equidistância das curvas da documentação básica, visando à composição do modelado terrestre.
- d) Vegetação é feita separadamente a partir da documentação topográfica básica. Para mapas/cartas de solos, não se representa a vegetação, visto que a mesma já é elemento considerado na composição das unidades de mapeamento dos solos.
- **3.1.3.2 Sensores remotos** são materiais obtidos a partir de sistemas sensores, tomados a distância, comumente equipados em aeronaves ou em satélites. Os mais utilizados em mapeamento de solos são as fotografias aéreas, as imagens de radar e as imagens de satélites orbitais.

Sistemas sensores - podem ser definidos como qualquer equipamento capaz de transformar alguma forma de energia em um sinal passível de ser convertido em informações sobre o ambiente.

3.1.3.2.1 Classificação dos sensores remotos

- Quanto à estação de tomada

Fotografias aéreas: São tomadas a partir de aeronaves.

Fotografias ou imagens orbitais: São tomadas em plataformas em nível orbital.

Fotografias terrestres: São tomadas a partir de estações sobre o solo.

Quanto à orientação do eixo da câmara/sensor

Fotografia aérea ou imagem vertical: São assim denominadas aquelas cujo eixo principal é perpendicular ao solo. Na prática ,tal condição não é rigorosamente atingida em consequência das inclinações da aeronave durante o voo. Esta não deve exceder a 3%, limite geralmente aceito para se classificar uma fotografia como vertical.

Fotografia aérea ou imagem oblíqua: São tomadas com o eixo principal inclinado. Seu uso restringe-se mais a fotointerpretação e a estudos especiais em áreas urbanas. Subdividem-se em baixa oblíqua e alta oblíqua.

Fotografia terrestre horizontal: É aquela cujo eixo principal é horizontal.

Fotografia terrestre oblíqua: quando o eixo principal é inclinado.

- Quanto à característica do filme/sensor

Imagens pancromáticas: São as de uso mais difundido, prestando-se tanto para mapeamento quanto para fotointerpretação. Sensíveis a todas as faixas do espectro visível.

Imagens infravermelhas: Tomadas em comprimentos de onda invisíveis ao olho humano (próximo à cor vermelha do espectro visível). Indicadas para mapeamento em áreas cobertas por densa vegetação, ressaltando as águas e, devido a isso, diferenciando áreas secas e úmidas.

Imagens coloridas ou multiespectrais: Tomadas em diferentes comprimentos de onda (visível, infravermelho, etc.). Além da cartografia, aplicam-se a estudos de uso da terra, estudos sobre recursos naturais, meio ambiente, etc.



- Quanto às formas de aquisição de dados em sensoriamento remoto:

Fotográfica: Utiliza reações químicas na superfície de um filme sensível à luz para detectar variações de imagem dentro de uma câmara e registrar os sinais detectados gerando uma imagem fotográfica; e

Eletrônica: O processo eletrônico gera sinais elétricos que correspondem às variações de energia provenientes da interação entre a energia eletromagnética e a superfície da terra. Esses sinais são transmitidos às estações de captação, onde são registrados geralmente numa fita magnética, podendo depois ser convertidos em imagem.

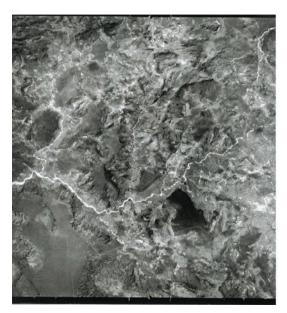
- Quanto aos sensores imageadores:

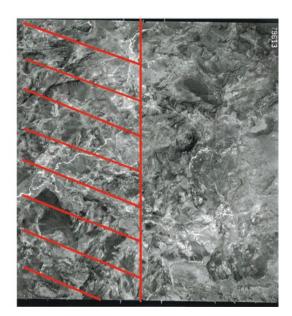
Sistemas Fotográficos: Foram os primeiros equipamentos a serem desenvolvidos, e possuem excelente resolução espacial. Compõem esses sistemas, as câmaras fotográficas (objetiva, diafragma, obturador e o corpo), filtros e filmes.

Por estes sistemas, são produzidas as fotografias aéreas (Figura 38), que por muito tempo foram os principais instrumentos empregados para a cartografia de solos no Brasil. O governo brasileiro contratou a realização da cobertura fotográfica de boa parte do território brasileiro na década de 1960.

Figura 38 - Par estereoscópico de fotografias aéreas pancromáticas convencionais, com recobrimento de cerca 48% na linha de vôo (hachuras em vermelho). Escala original 1: 30 000.

Vale do Jequitinhonha (MG)





Acervo técnico IBGE

Sistemas eletro-ópticos: Diferem do sistema fotográfico porque os dados são registrados em forma de sinal elétrico, possibilitando sua transmissão a distância. Os componentes básicos desses sensores são um sistema óptico e um detector. A função do sistema óptico é focalizar a energia proveniente da área observada sobre o detector. A energia detectada é transformada em sinal elétrico.



a- Sistema de Imageamento Vidicon (sistema de quadro): teve origem a partir de sistema de televisão. Nesse sistema, a cena é coletada de forma instantânea. Um exemplo de produto de Sensoriamento Remoto obtido por esse tipo de sensor são as imagens RBV coletadas pelas câmaras RBV à bordo dos satélites 1, 2 e 3 da série Landsat (Land Remote Sensing Satellite) (Figura 39).

Experies do Vervo

Figura 39 - Aspecto de imagem do Satélite Landsat TM, composição colorida. Jaraguari (MS)

Figura extraída da página da Divisão de Geração de Imagens - DGI, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, na Internet, disponível em: http://www.dgi.inpe.br/>.

b- Sistema de Varredura Eletrônica: Utiliza um sistema óptico através do qual a imagem da cena observada é formada por sucessivas linhas imageadas pelo arranjo linear de detetores na medida em que a plataforma se locomove ao longo da linha de órbita. Esse sistema é utilizado em diversos programas espaciais, como, por exemplo, o SPOT (Systema Probatoire d'Observation de la Terre) (Figura 40).





Figura 40 - Aspecto de imagem do satélite SPOT

Figura extraída da página MapMart, na Internet, disponível em: ">http://www.mapmart.com/Products/Satellitelmagery/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/Products/Satellitelmagery/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/Products/Satellitelmagery/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/Products/Satellitelmagery/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/Products/Satellitelmagery/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/Products/Satellitelmagery/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/Products/Satellitelmagery/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/Products/Satellitelmagery/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/Products/Satellitelmagery/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/Products/Satellitelmagery/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/Products/Satellitelmagery/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/Products/Satellitelmagery/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/Products/Satellitelmagery/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/Products/Satellitelmagery/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/Products/Satellitelmagery/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/Products/Satellitelmagery/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/Products/Satellitelmagery/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/Products/Satellitelmagery/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/Products/Satellitelmagery/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/Products/Satellitelmagery/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/Products/Satellitelmagery/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/Products/Satellitelmagery/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/SPOT_6_7.aspx>">http://www.mapmart.com/SPOT_6_7.aspx>">http://www.

c- Sistema de Varredura Mecânica: Esse sistema, onde a cena é imageada linha por linha, vem sendo utilizado pelos sensores MSS eTM a bordo dos satélites da série Landsat. O espelho de varredura oscila perpendicularmente em direção ao deslocamento da plataforma, refletindo as radiâncias provenientes dos pixels no eixo de oscilação. Após uma varredura completa, os sinais dos pixels formam uma linha, e juntando os sinais linha a linha, forma-se a imagem da cena observada.

Sistemas de Micro-ondas: O sistema de imageamento mais comum é o dos Radares de Visada Lateral.

O termo "Radar" é derivado da expressão inglesa *Radio Detection and Ranging*, que significa: detectar e medir distâncias através de ondas de rádio.

A grande vantagem do sensor Radar é que o mesmo atravessa a cobertura de nuvens que são transparentes à radiação da faixa de microondas. Pelo fato de ser um sensor ativo, não depende da luz solar e consequentemente pode ser usado à noite, o que diminui sobremaneira o período de tempo do aerolevantamento.

Um trabalho de relevância foi realizado na América do Sul, em especial na região Amazônica pela Grumman Ecosystem. Esta realizou o levantamento de todo o território brasileiro, com a primeira fase em 1972 (Projeto RADAM) e posteriormente em 1976, na complementação do restante do Brasil (Projeto RADAMBRASIL).



As imagens foram obtidas através de sobrevoos, com o sistema SLAR (Side Looking Airborne Radar), a partir dos quais foram compostos mosaicos na escala 1:250 000 (Figura 41). Estas imagens serviram de base para o mapeamento sistemático (1:1 000 000).



Figura 41 - Aspecto de imagem de radar de visada lateral

Acervo IBGE

3.1.3.2.2 Evolução e características dos sistemas sensores

Durante a 2ª Guerra Mundial houve um desenvolvimento expressivo das técnicas de sensoriamento remoto. As fotografias aéreas foram aperfeiçoadas, surgiram a fotografia colorida e as películas infravermelhas (usadas na detecção de camuflagem) e iniciou-se a utilização de sensores à base de radar. Neste período, foram também desenvolvidos foguetes com propósitos bélicos.

Em 1954, foram desenvolvidos sistemas de radares imageadores (Forward-Looking Radar). Em 1961, foram fabricados os primeiros radares de visada lateral (SLAR). De 1960 a 1970, foram obtidas fotografias orbitais a partir de três programas espaciais da National Aeronautics and Space Administration - NASA: os programas Mercury, Gemini e Apollo. Estas missões serviram para demonstrar a viabilidade do imageamento orbital e a necessidade de métodos multiespectrais, tendo servido de base para o projeto ERTS (Earth ResourcesTechnology Satellite), mais tarde denominado Landsat (Land Remote Sensing Satellite).



3.1.3.2.3 Principais programas espaciais e sistemas sensores em operação

NOAA/AVHRR

Os sensores AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) foram primeira mente acoplados a satélites para observações meteorológicas da série Tiros (Television Infrared Observation Satellite) lançados entre 1960 e 1965. A partir de 1970, os sucessores foram acoplados em satélites POES (Polar-orbiting Operational Environmental Satellites) da NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), entidade que administra o Programa.

Outras versões do sensor foram lançadas, operando com maior número de bandas. O AVHRR/2 - 5 bandas, em 1981, foi acoplada ao NOAA-7, 9, 11, 12 e 14 e a última versão AVHRR/3 - 6 bandas, em 1998, foi acoplada aos satélites NOAA-15, 16,17, 18 e 19 e encontra-se operando até o presente.

É considerado um sensor de baixa resolução e as suas principais aplicações são na meteorologia, temperatura da superfície do mar, coberturas de gelo e neve e estudos das condições da vegetação global.

Radarsat

O programa canadense Radarsat, que teve início em 1995 como Radarsat-1, é considerado o mais avançado sistema de imageamento orbital por radar, operando em diferentes módulos para obter imagens de 500 x 500km até 50 x 50km, com resolução espacial variando de 100 a 10m, para atender às especificações dos usuários. Opera na banda C (5,6cm de comprimento de onda), com polarização HH.

O Radarsat-2 tem a maior parte dos recursos do Radarsat-1, com notáveis recursos adicionais. As principais aplicações são o monitoramento do gelo, gelo flutuante, oceano, zonas costeiras, agricultura, florestas e geologia.

Sistema Landsat

Originalmente denominado ERTS (Earth Resources Technology Satellite) foi desenvolvido com o objetivo de se obter uma ferramenta prática no inventário e no manejo dos recursos naturais da Terra. Planejou-se inicialmente uma série de seis satélites, tendo sido lançado o primeiro ERTS-1 ou Landsat-1 em 1972 e o segundo, Landsat-2, em julho de 1975.

A órbita do satélite Landsat é repetitiva, quase circular, sol-síncrona e quase polar. A altitude dos satélites da série 4 e 5 é inferior à dos primeiros, posicionado a 705km em relação à superfície terrestre no Equador.

Os sensores são o MSS (Multiespectral Scanner), com 80m de resolução espacial e, a partir do Landsat-4, oTM (Thematic Mapper), com 30m de resolução espacial. O sensor RBV (Return Beam Vidicon) foi utilizado apenas nos três primeiros satélites da série.

O sensor TM (Thematic Mapper) evoluiu para o ETM (Enhanced Thematic Mapper) (incluiu a banda 8) no Landsat-6 não lançado, e este evoluiu para o ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) lançado em 1999 a bordo do Landsat-7, que funcionou bem somente até 2003. Em 2013 ,foi lançado o Landsat-8.



Sistema SPOT

Système Probatoire d'Observation de la Terre é um programa espacial francês semelhante ao programa Landsat. O primeiro satélite da série SPOT, lançado em fevereiro de 1986, levou a bordo dois sensores de alta resolução - HRV (High Resolution Visible), com possibilidade de apontamento perpendicular ao deslocamento do satélite.

Estes sensores operam no modo pancromático (0,51-0,73), com 10m de resolução e no modo multiespectral com 20m de resolução. Um dos aspectos mais avançados do SPOT é a possibilidade de obtenção de visadas fora do Nadir, permitindo a obtenção de pares estereoscópicos de imagens de uma mesma cena.

Os satélites SPOT encontram-se em sua 4º geração (SPOT 6 & 7), sendo que os da 1º geração (SPOT 1, 2 e 3) e da 2º (SPOT 4) não estão mais operativos.

A altitude da órbita do SPOT é de 832km. É uma órbita polar síncrona com o Sol, mantendo uma inclinação de 98,7° em relação ao plano do equador. A velocidade orbital é sincronizada com o movimento de rotação da Terra, de forma que a mesma área possa ser imageada a intervalos de 26 dias.

Atualmente está disponível no Mercado a imagem de satélite SPOTMaps com resolução de 2,5m.

Sistema CBERS (Satélite Sino-brasileiro de Recursos Terrestres)

A característica singular do CBERS é sua carga útil de múltiplos sensores, com resoluções espaciais e frequências de observação variadas. Os três sensores imageadores são: imageador de visada larga (WFI), a câmara CCD de alta resolução e o varredor multiespectral infravermelho (IR-MSS). A câmara CCD tem a capacidade de apontamento lateral, o que permite aumentar a frequência das observações e a visão estereoscópica.

O programa lançou quatro satélites até o presente, sendo que o CBERS-2B lançado em 2007 operou até o começo de 2010, o CBERS-3 teve falhas no lançamento e o CBERS-4 encontra-se em construção e testes.

Sistema ALOS

O satélite ALOS (Advanced Land Observing Satellite) foi lançado em janeiro de 2006 pela Japan Aerospace Exploration Agency - JAXA, no centro espacial de Tanegashima (Japão) e entrou na fase operacional de fornecimento de dados ao público em outubro de 2006.

O ALOS possui três instrumentos de sensoriamento remoto: o PRISM (Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping) capaz de adquirir imagens tridimensionais da superfície terrestre, AVNIR-2 (Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type 2) para cobertura terrestre precisa e o Palsar (Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar) capaz de obter imagens diurnas e noturnas sem a interferência de nebulosidade.



O sensor PRISM opera na faixa de luz visível, com uma banda pancromática e resolução espacial de 2,5m. Capaz de adquirir imagens para gerar Modelos Digitais de Superfície - MDS com grande acurácia, ele possui três sistemas óticos independentes para visualização com as visadas nadir, dianteira (*forward*) e traseira (*backward*), produzindo imagens em estereoscopia ao longo da órbita.

O AVNIR-2 é um radiômetro que opera nas regiões do visível e infravermelho, desenvolvido para mapeamentos temáticos em escalas de até 1:50 000, com ênfase em uso e cobertura das terras. Trabalha na faixa do visível e do infravermelho próximo, utilizado para observação tanto da área continental quanto da área costeira. Possui resolução espacial de 10m e fornece excelentes imagens para monitoramento ambiental e mapeamento de uso e cobertura do solo.

Por ser um radar de abertura sintética (SAR), o Palsar possui resolução espacial que varia de 10 a 100m com opção de polarimetria, gerando imagens com as polarizações HH, VV, HV e VH.

3.1.3.2.4 Outros sensores (imagens) com alta resolução espacial disponíveis no mercado

Muitos sensores orbitais com alta resolução podem ser consultados e adquiridos via Internet, através de *sites* especializados. Dentre alguns pode-se citar os gerados pelos seguintes satélites:

Satélite SPIN 2 - produto do consórcio entre a Aerial Images (Estados Unidos) e a Sovinformsputnik (Rússia). Carrega duas câmaras fotográficas capazes de produzir imagens de dois a dez metros de resolução;

Satélite QuickBird - primeiro de uma série de satélites desenvolvidos pela DigitalGlobe que possuem alta resolução espacial e grande precisão. Ele possui sensores multiespectrais e pancromáticos capazes de adquirir imagens com acurácia espacial de 23m horizontal e 60cm de resolução espacial em cores naturais e falsas cores;

Satélite WorldView-1 - lançado pela DigitalGlobe em setembro de 2007, é o satélite pancromático de maior resolução espacial do mercado. A revisita é de apenas 1,7 dia e resolução espacial de 50cm verdadeiros no nadir e 0,59m 25° *off* nadir, chegando a uma escala de visualização dos dados de 1:2 000.

Satélite WorldView-2 - lançado em outubro de 2009 e é o mais recente satélite da empresa DigitalGlobe, possuindo a resolução espacial de 50cm (pancromática) e 2m (multiespectral), 10cm a mais que o QuickBird seu antecessor.

Satélite Pléiades 1A & 1B - lançados, respectivamente, em dezembro de 2011 e 2012 da Guiana Francesa e oferecem visitas diárias a vários pontos do globo com alto nível de detalhe (resolução de 50cm e 2m para multiespectral).

Satélite TH-1 - a constelação TH-1 é formada por dois satélites chineses já em operação (A e B) e um satélite a ser lançado em 2015 (C), possuindo a mesma especificação técnica. Os satélites possuem três sensores a bordo: Sensor PAN - Resolução espacial de 2m; Sensor MS (bandas R, G, B e IR) - Resolução espacial de 10m e Sensor Stereo PAN - Resolução espacial de 5m.



Satélite Deimos-1 - lançado em 2009 é operado pela Deimos-Imaging S.L., empresa espanhola com atuação no mercado geoespacial. As imagens possuem resolução espacial e 22m e boa capacidade de revisita (entre dois e três dias), devido à enorme faixa de imageamento do seu sensor que é de 600km.

Satélite GeoEye-1 - lançado em 2008, é um dos mais atuais satélites de observação da terra capaz de adquirir imagens de alta resolução. As imagens do sensor pancromático são disponibilizadas com resolução espacial de 50cm verdadeiros, enquanto as imagens do sensor multiespectral são disponibilizadas com resolução espacial de 2m. Quando fusionadas, as imagens dos sensores pancromáticos e multiespectrais permitem a obtenção de uma imagem colorida com 50cm verdadeiros de resolução espacial.

Satélite Thaichote - satélite tailandês lançado em outubro de 2008 pela Geo-Informatics and Space Technology Development Agency - GISTDA. Possui um sensor pancromático com 2m de resolução e um sensor multiespectral com 15m de resolução, este último caracteriza-se, também, por possuir além das bandas RGB, a banda Infravermelho próxima.

Satélites Ikonos - primeiro satélite comercial capaz de adquirir imagens de altaresolução (1m). Lançado em 24 de setembro de 1999, mantém-se ativo e coletando imagens de todo o globo terrestre. Quando fusionadas, as imagens dos sensores pancromáticos e multiespectrais permitem a obtenção de uma imagem colorida com 1m de resolução.

Satélite Kompsat - satélites desenvolvidos pela Korea Aerospace Research Institute - KARI, com sensores com capacidade para resoluções de 0,7m pancromática e 2,8m multiespectral (KOMPSAT 3) e 1m pancromática e 4m multiespectral (Kompsat 3).

Satélite RapidEye - constelação de cinco satélites capazes de adquirir imagens coloridas com resolução espacial de 5m. Constituem sempre uma boa possibilidade de aquisição devido ao número de satélites, a alta revisita para a tomada das imagens, a quantidade de imagens existentes em acervo e a capacidade de aquisição de imagens mediante programação dos satélites.

Imagem de Radar TerraSAR-X - lançados em junho de 2007 e julho de 2010, TerraSAR-X e TanDEM-X são satélites que capturam dados de radar com alta resolução, independentemente de cobertura de nuvens e de iluminação.

3.1.3.2.5 Produtos derivados de sensores remotos - Imagens de satélites diversas, mosaicadas, ortorretificadas e georreferenciadas que cobrem toda ou quase toda a superfície terrestre e que auxiliam a interpretação e entendimento de vários fatos geográficos, são produzidas e encontram-se disponíveis no mercado, dentre algumas delas:

Geocover Landsat - coleção de imagens do satélite Landsat de boa resolução, que cobrem toda a superfície terrestre, exceto o continente Antártico.

Global Basemap - utiliza múltiplas fontes de imagens e dados e contempla os 500 milhões de metros quadrados da superfície terrestre. Várias resoluções espaciais.



TruEarth Imagery - a mais completa cobetura virtualmente livre de nuvens (exceto Antártica) com até 15m de resolução por pixel.

Harris Globe15 - conjunto das melhores imagens do Landsat 7, com 15m de resolução espacial.

3.1.3.2.6 Modelos Digitais de Elevação - MDEs - a evolução da informática e a das técnicas de geoprocessamento tem propiciado inúmeras facilidades para o trabalho de cartografia de solos (mapeamento) e, dentre as mais importantes, destaca-se o MDE, considerando-se que para o mapeamento de solos os aspectos de relevo são de suma importância.

Os MDEs associam as informações visuais bidimensionais com informações de altitude, e, com uso de programas específicos cria modelos tridimensionais, possibilitando uma observação bastante próxima da realidade dos ambientes (Figura 42). Esta tecnologia substitui a atividade fotointerpretação de fotografias aéreas, por muito tempo empregada para mapeamento de solos, e que era de difícil execução por empregar instrumentos óticos (estereoscópios) e trabalhar com uma grande quantidade de fotografias aéreas, e ao final do processo, possibilitava a visão em três dimensões de apenas pequenas áreas.

Em suas versões **Modelo Digital de Superfície - MDS**, que mostra os pontos mais elevados existentes na superfície dos terrenos (tais como vegetação, construções, etc.) e **Modelo Digital do Terreno - MDT**, que mostra a superfície da terra nua, podem ser obtidos prontos ou podem ser montados empregando-se *softwares* específicos.

Muitos MDEs estão disponíveis e podem ser consultados e adquiridos via Internet. Dentre alguns dos principais disponíveis no mercado, destaca-se aqui o Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) que se trata de um sistema de radar especialmente modificado. A técnica utilizada conjuga *software* interferométrico com radares de abertura sintética (SAR).



Figura 42 - Exemplo de obtenção de mapas dotados de informações em três dimensões, a partir da junção de imagem de satélite com dados de altimetria

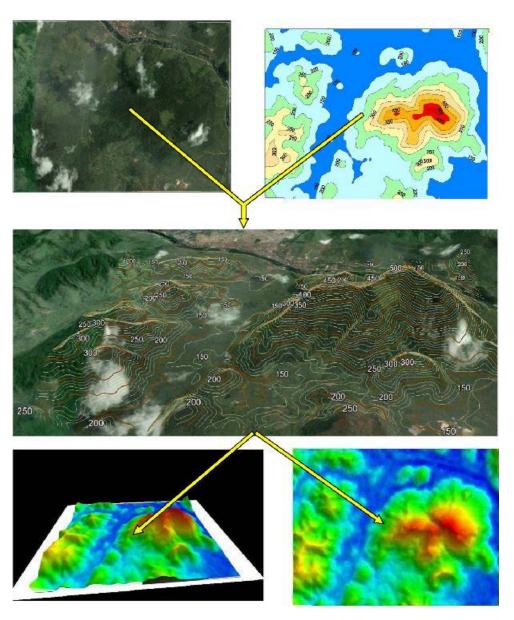


Imagem e dados altimétricos extraídos da páginaTopodata, na Internet, disponível em: http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>.



3.1.3.2.7 Síntese conclusiva

No que diz respeito aos tipos de imagens de sensores remotos de interesse para os levantamentos de solos, cabe realçar a grande importância das fotografias aéreas, que até o ano de 1970 eram praticamente o único tipo de sensor disponível no Brasil. Naturalmente que com o surgimento de satélites imageadores com sensores de alta resolução, estas vêm perdendo força, devido a cada vez maior disponibilidade e facilidade de obtenção das imagens orbitais modernas, em contrapartida da maior dificuldade de aquisição e dos elevados custos para produção das fotografias aéreas. A utilização das imagens orbitais se consolida cada vez mais com a criação de programas que possibilitam o acoplamento da 3ª dimensão às imagens, em substituição à necessidade de emprego da técnica de estereoscopia.

Ainda assim, é válido lembrar que boa parte do território brasileiro possui cobertura de fotografias aéreas (escala 1:60 000) em voo datado de 1960, executado pela United States Air Force - USAF. Além da cobertura fotográfica citada, várias regiões do País dispõem de coberturas específicas que foram elaboradas para atender a uma grande diversidade de projetos, dentre os quais: construção de rodovias; ferrovias; hidrelétricas; áreas urbanas; e periurbanas, entre outros.

A partir de 1970, foram introduzidas no Brasil as imagens de radar, que cobrem todo o Território Nacional, na escala 1:250 000. A utilização destas imagens, particularmente na região Amazônica, possibilitou a visualização de grandes extensões do território em cenas contínuas, proporcionando uma visão de conjunto, além do fato de se tratar de imagens limpas, sem interferência de nuvens, o que certamente possibilitou um avanço em várias áreas do conhecimento. Apresentam, como principal inconveniente, a sua escala muito generalizada, que limita a sua utilização em trabalhos de detalhe.

As imagens de radar utilizadas pelo Projeto Radambrasil são de propriedade do estado e podem ser consultadas, em organismos como Serviço Geológico do Brasil - CPRM (antiga Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM), Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM e IBGE (Gerências de Recursos Naturais e Estudos Ambientais em algumas Unidades Estaduais).

Nos tempos atuais, indiscutivelmente os sensores orbitais são efetivamente a grande sensação. De uma maneira geral, prestam-se à execução de levantamentos executados em todos os níveis de detalhamento, desde os generalizados (Exploratórios) até os detalhados, e neste caso, utilizando-se os de alta resolução espacial, preferencialmente com emprego de programas para elaboração dos MDEs.

Têm como inconveniente em relação às imagens de radar, o fato de sofrerem a interferência de nuvens, o que é uma limitação para a obtenção de imagens limpas para regiões muito chuvosas como é o caso da Amazônia. Em contrapartida, são obtidas a pequenos intervalos de tempo, o que possibilita selecionar as melhores cenas para cada objetivo (alvo).

As imagens de satélite, por serem elaboradas em bandas de faixa espectral distintas possibilitam ao usuário a seleção de uma, ou de conjunto delas, que se adaptem melhor



às necessidades de cada trabalho. Com o advento dos programas computacionais para elaboração dos MDEs, uma das principais limitações deste tipo de sensor tem sido compensada.

No caso específico de levantamentos de solos, geralmente se utilizam "bandas" que realçam melhor as características do relevo, ou as condições de umidade do solo, ou a cobertura vegetal, dependendo das características da região a ser trabalhada, sendo também muito comum o uso de composições coloridas ou "falsa cor" compostas de duas ou mais bandas.

Atualmente, existe uma considerável quantidade de programas de imageamento orbital em operação, gerando imagens de forma quase contínua, com diversos propósitos e, portanto com diferentes características, o que representa boas possibilidades de se conseguir cobertura de imagens em quase todas as partes da superfície terrestre. Há que se considerar também que o avanço da informática e o surgimento de inúmeros aplicativos para a área de geoprocessamento trouxeram muita facilitação para as tarefas de cartografia de solos.

3.2 Levantamentos de solos

3.2.1 Definição

Os **levantamentos de solos** envolvem pesquisas de gabinete, trabalhos de campo e laboratório, confecção de mapa ou carta e relatórios, compreendendo o registro de observações, análises e interpretações de aspectos do meio físico e de características morfológicas, físicas, químicas, mineralógicas e biológicas dos solos.

A expressão **mapeamento de solos**, por sua vez, é comumente aplicada para denominar a atividade específica de construção de um mapa de solos. É, portanto, uma atividade inerente ou uma etapa do processo de um levantamento de solos.

Um levantamento é um prognóstico da distribuição geográfica dos solos como corpos naturais, determinados por um conjunto de relações e propriedades observáveis na natureza. O levantamento identifica solos que passam a ser reconhecidos como unidades naturais e delineia suas áreas (unidades de mapeamento) nos mapas/cartas.

Compreende um mapa com legenda e, um texto explicativo que define, descreve e interpreta, para diversos fins, as classes de solos componentes das unidades de mapeamento.

A execução de um mapeamento ou levantamento requer a existência de um sistema organizado de classificação em caráter permanente de atualização, que possibilite a identificação dos solos, em termos consistentes e uniformes, para facilitar a comunicação e o uso de informações para fins interpretativos (AVERY, 1980).



O elo entre a classificação de solos e o levantamento fica estabelecido no momento em que solos semelhantes quanto às propriedades consideradas são reunidos em classes. As classes de solos combinadas com informações e relações do meio ambiente constituem a base fundamental para composição de unidades de mapeamento.

O mapa/carta é o produto mais importante de um levantamento. Mostra a distribuição espacial de características dos solos e a composição de unidades de mapeamento, em termos de unidades taxonômicas, ressaltando, também, características do meio ambiente.

3.2.2 Objetivos

Os levantamentos pedológicos têm objetivos diversificados, desde a geração de conhecimentos sobre o recurso do solo de um país ou região, até o planejamento de uso da terra para diversos fins, em nível de propriedade.

O objetivo principal de um levantamento pedológico é subdividir áreas heterogêneas em parcelas mais homogêneas, que apresentem a menor variabilidade possível, em função dos parâmetros de classificação e das características utilizadas para distinção dos solos.

3.2.3 Utilidades

Os levantamentos pedológicos contribuem para o acervo de conhecimentos especializados na área de Ciência do Solo, bem como fornecem dados de aproveitamento imediato, sobretudo no que se relaciona à previsão de comportamento de uso dos solos em relação às práticas de manejo e conservação.

Contêm informações que permitem repartir áreas heterogêneas em porções mais homogêneas, que apresentam a menor variabilidade possível, em função da escala de mapeamento, dos parâmetros de classificação e das características utilizadas para distinção dos solos. Tais informações são essenciais para a avaliação do potencial ou das limitações de uma área, constituindo uma base de dados para estudos de viabilidade técnica e econômica de projetos e planejamento de uso, manejo e conservação de solos.

Em países desenvolvidos, os levantamentos pedológicos são executados de maneira planificada, obedecendo a uma programação de governo, para atendimento de projetos globais ou específicos, envolvendo o uso agrícola e não agrícola, conservação e recuperação dos solos, decisões localizadas em construção civil, expansão urbana, irrigação, drenagem, taxação de impostos, previsão de safras e planejamento de uso racional do solo em nível de propriedades.

No Brasil, em razão da escassez ou mesmo inexistência de levantamentos em escalas de detalhe, os existentes têm servido tão somente a demandas governamentais para subsidiar políticas desenvolvimentistas. Dentre algumas das utilizações verificadas, pode-se mencionar zoneamentos diversos (pedoclimáticos, socioeconômico-



ecológicos, etc.), subsídios aos Estudos de Impactos Ambientais - EIA e seus respectivos Relatórios de Impactos Ambientais - RIMA, estudos de viabilidade técnica de projetos de irrigação e drenagem. Tem também atendido a instituições de ensino e pesquisa, constituindo bases permanentes para atualização de conhecimentos e formação de profissionais das áreas de Agronomia, Engenharia e Geociências.

Os poucos levantamentos de solos de caráter executivo realizados (vide item 2.4), ou seja os detalhados, que podem e devem servir de base para a implantação de projetos de uma maneira geral, na realidade foram em maioria elaborados como formalidade de contratos, em grandes projetos de irrigação e drenagem, projetos de assentamentos de colonos e projetos de exploração agrícola. Costumam ser também executados em unidades ou centros de pesquisas agronômicas.

Há, entretanto, amplas possibilidades de se fundamentar o crescimento econômico do País na potencialidade do solo, sendo para isto imprescindível ampliar o conhecimento de sua aptidão para os diversos tipos de exploração ou demandas, através da criação de programas permanentes de levantamentos de solos e, de dispositivos legais, que incentivem e controlem a aplicação deste conhecimento, como instrumento de produção.

3.2.4 Os diferentes níveis dos levantamentos de solos e suas implicações

O usuário dos levantamentos de solos e as entidades executoras e/ou planejadoras devem ter ciência de que para cada tipo de demanda pode-se eleger um tipo de levantamento, em particular, que deverá manter uma relação custo/benefício favorável, sem prejuízo da qualidade ou da quantidade das informações demandadas. Todavia, é preciso ter também, clareza que alguns tipos de levantamentos elaborados em escalas pequenas (níveis generalizados) não podem atender a demandas localizadas que exigem levantamentos mais detalhados e específicos.

À medida que se elabora estudos ou trabalhos de mapeamento em níveis mais detalhados, com uso de sensores em escalas e/ou resoluções apropriadas, conseguese obter maior refinamento, tanto no que diz respeito ao delineamento das unidades de mapeamento quanto maior pureza e precisão das informações vinculadas.

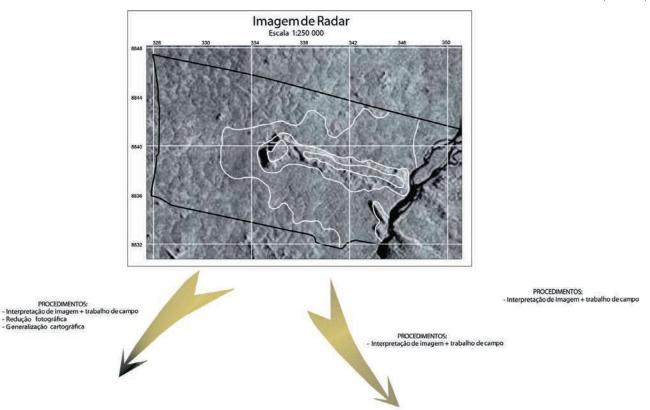
Assim, deve-se ter em mente que a simples alteração da escala de apresentação de um mapa, implica apenas em mostrar o mesmo em outro tamanho, sem promover qualquer melhoria no que diz respeito às informações contidas. Para se conseguir tais melhorias, se faz necessário a realização de trabalhos de campo mais intensos, de forma a levantar as informações em quantidade e qualidade compatíveis com o requerido pelo nível de levantamento adotado.

A Figura 43 mostra para a mesma área exemplos de mapeamentos de solos distintos em termos de nível e escala de publicação, realizados em épocas diferentes e com uso de técnicas e sensores remotos diferentes.



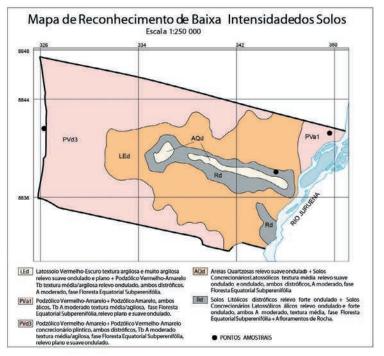
Figura 43 - Exemplos de mapas de solos elaborados em níveis diferenciados e utilizando sensores remotos diferentes

(continua)





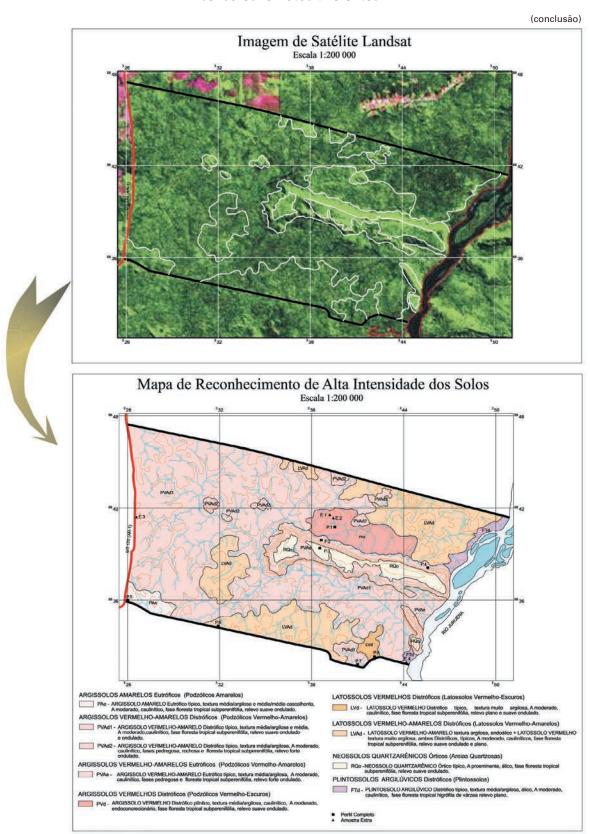
Cunha e outros (1980)



Zoneamento sócio-econômico-ecológico (2000)



Figura 43 - Exemplos de mapas de solos elaborados em níveis diferenciados e utilizando sensores remotos diferentes





É possível observar, na Figura 43, um mapeamento generalizado, que foi realizado em nível Exploratório pelo Projeto Radambrasil (CUNHA et al., 1980) e publicado na escala 1:1 000 000. Teve o propósito de fornecer informações genéricas a respeito da natureza e potencialidade dos solos, visando orientar organismos governamentais de planejamento. Pode-se observar, no mesmo, um pequeno número de unidades de mapeamento (três unidades), o que se deveu principalmente à escala de apresentação do mapa. Pode-se observar também um pequeno número de pontos amostrais, o que evidencia que a técnica de extrapolação de informações, por padrões de imagens semelhantes, foi largamente utilizada, conforme é previsto no Quadro 22 (item 3.2.5.5), para este nível de levantamento.

Importante esclarecer que as cartas elaboradas pelo Projeto RADAMBRASIL eram geradas primeiramente através da interpretação de imagens de radar na escala 1:250 000, e que tais interpretações eram posteriormente reduzidas por meio fotográfico para a escala de apresentação (1:1 000 000). Tais reduções eram acompanhadas de generalizações cartográficas, visando alcançar a necessária compatibilização das informações fornecidas com a escala de apresentação.

O trabalho de nível intermediário também constante nesta figura trata-se de um mapeamento realizado em nível de Reconhecimento de Baixa Intensidade (escala 1:250 000) e foi elaborado como parte dos estudos básicos (diagnóstico) visando à elaboração do Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico - ZSEE do Estado de Mato Grosso (ZONEAMENTO..., 2000). Nele, observa-se em relação ao primeiro, aprimoramento no delineamento das unidades de mapeamento e perceptível refinamento na qualidade das informações contidas. Observa-se, também, um maior número de pontos amostrais, indicando execução de novos trabalhos de campo, embora a técnica de extrapolação de informações por padrões interpretativos tenha sido ainda empregada com grande frequência, o que também é previsto para este nível de levantamento.

Por sua vez, o trabalho de maior detalhamento constante desta figura, que é um mapa de Reconhecimento de Alta Intensidade (COUTO; OLIVEIRA, 2003), que está apresentado na escala 1:200 000 por restrição de espaço, foi elaborado originalmente na escala 1:100 000 e teve o propósito de subsidiar um plano de manejo florestal sustentado. Nele, pode-se observar que além de indiscutível enriquecimento em termos de delineamentos cartográficos, com compartimentação de unidades já definidas anteriormente e identificação/individualização de novas unidades, procedeu-se a considerável aumento na amostragem realizada, demonstrando ter havido intensificação dos trabalhos de campo, o que possibilitou gerar informações mais precisas e completas sobre os solos da área. Para este trabalho, utilizou-se imagem do satélite Landsat 5, composição colorida, na escala 1:100 000. Portanto, sensores remotos mais apropriados, em termos de escala e resolução, junto a uma intensificação dos trabalhos de campo, propiciam uma melhoria considerável no produto do mapeamento.

A utilização indevida e errônea de informações provenientes de levantamentos extremamente generalizados em substituição à realização de levantamentos mais detalhados, visando cumprir algumas exigências das legislações ambientais, é prática que se tem generalizado no mercado. Chama-se aqui a atenção para este fato, verificado, principalmente, em casos de pequenos empreendimentos da iniciativa privada, e que constituem, além de um grotesco erro técnico que pode trazer consequências desastrosas, antes de tudo, um ato criminoso e de má-fé. Apela-se aqui para o bom-senso dos usuários e dos segmentos responsáveis da sociedade com atuação na área ambiental, para que exerçam controle mais rigoroso a este respeito.



Em função da precisão, escala e objetivo do trabalho, é definido o tipo do levantamento e, em sequência, são tomadas as decisões a respeito de composição de unidades de mapeamento, dos métodos de prospecção, da qualidade e escala do material cartográfico e dos sensores remotos, densidade de observações, frequência de amostragem e características taxonômicas a serem utilizadas.

Naturalmente, que os custos de levantamentos detalhados por unidade de área são muito superiores aos dos levantamentos generalizados. Por esta razão, devese avaliar bem a relação custo/benefício, quando da definição das áreas-objeto dos levantamentos e dos níveis de levantamentos a serem adotados. Em síntese, levantamentos detalhados são mais onerosos e requerem mais tempo de execução que os demais por unidade de área, em razão disso, geralmente, são executados em áreas comparativamente de menores dimensões e com a finalidade de embasar atividades econômicas que possibilitem o retorno do capital investido.

3.2.5 Os tipos de levantamentos e de mapas ou cartas de solos

Levantamentos de solos são atividades relativamente morosas, principalmente os de maior nível de detalhamento, que empregam grande refino cartográfico, exigem informações detalhadas dos solos e são muito dependentes de análises laboratoriais.

Por tal razão, foram convencionadas algumas categorias de levantamentos de solos, visando atender às diversas demandas, observando boas relações custo-benefício. Para atender demandas administrativas da esfera federal, o Brasil realizou e tem todo o seu território coberto por levantamentos generalizados, pois estes puderam ser produzidos em um relativamente curto espaço de tempo e por um custo mais razo-ável. Por outro lado, o país é totalmente carente de levantamentos mais detalhados. Vários países com economia mais sólida, e mais avançados tecnologicamente, têm seu território levantado em níveis de grande detalhamento.

Os vários tipos de levantamentos devem ser escolhidos considerando-se os objetivos a que se destinam e a extensão das áreas que deverão abranger. Cada tipo de levantamento é direcionado a um tipo de demanda e produz um tipo de mapa ou carta de solos, que é designado pelo mesmo nome do levantamento correspondente. São reconhecidos cinco tipos principais de levantamentos:

- exploratório;
- reconhecimento;
- semidetalhado;
- detalhado; e
- ultradetalhado.

Outros tipos de mapas ou cartas são denominados **esquemáticos** ou **genéricos**, e são elaborados com base em compilação de dados. Mapas esquemáticos ou genéricos têm por finalidade fornecer informações generalizadas sobre a distribuição geográfica e a natureza dos solos de grandes extensões territoriais. São elaborados a partir de informações pedológicas preexistentes em combinação com interpretações e correlações de geologia, geomorfologia, clima e vegetação, visando à previsão do modo de ocorrência e da natureza dos solos. Como materiais básicos para sua execução, são utilizados, principalmente, imagens de radar e de satélites, fotoíndices e mapas/cartas planialtimétricas, além do auxílio de mapas geológicos, climáticos, geomorfológicos, hipsométricos, fitogeográficos e outros.



As escalas de apresentação dos mesmos são em geral iguais ou inferiores a 1:1 000 000. São, portanto, escalas muito pequenas, não permitindo sua utilização no planejamento de uso da terra. Poderão ser utilizados para fins didáticos e para avaliação global de recursos regionais. As unidades de mapeamento identificadas nestes mapas são compostas de amplas associações de solos e paisagens.

Este tipo de mapa, de maneira geral, é elaborado sem execução de trabalhos de campo. Normalmente, contemplam grandes áreas ou regiões, onde as informações existentes sobre solos são muito escassas, ou, então, áreas bem-conhecidas, em caso de necessidade de informações mais genéricas em pequenas escalas.

3.2.5.1 Levantamento exploratório

Esse tipo de levantamento é executado, normalmente, onde há necessidade de informações de natureza qualitativa do recurso solo, com a finalidade de identificar áreas de maior ou menor potencial, prioritárias para o desenvolvimento em caráter regional. Trata-se de estudo apropriado a áreas de grande extensão territorial, podendo ser executado em áreas menores, previamente a levantamentos em escalas maiores, em função da premência de obtenção de dados. No Brasil, têm sido realizados com o propósito de subsidiar políticas administrativas, já tendo sido realizado para todo o Território Nacional em escala 1:1 000 000 pelo Projeto RADAMBRASIL, e para várias Unidades da Federação pelo então Serviço Nacional de Levantamentos e Conservação de Solos - SNLCS, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA - atual EMBRAPA Solos.

Os materiais básicos necessários compreendem mapas ou cartas planialtimétricas em escalas variadas, imagens de satélites em escalas 1:250 000, 1:500 000 ou menores, imagens de radar e fotoíndices. As escalas de apresentação dos mapas/cartas variam entre 1:750 000 e 1:2 500 000, e a área mínima mapeável está compreendida entre 22,5km² e 250km².

A densidade de observações e a frequência de amostragem não são rigidamente estabelecidas, mas deve ser observado um mínimo básico de 0,04 observação por quilômetro quadrado e um perfil completo por componente principal de associações e amostras extras de horizontes A e B, ou C, se necessário.

As classes de solos são identificadas no campo mediante observação e amostragem em pontos predeterminados, ao longo de percursos traçados previamente de acordo com feições da paisagem e aspectos fisiográficos. A extrapolação é largamente utilizada neste tipo de levantamento. Portanto, as observações e coletas de amostras para identificação e caracterização das classes de solos são feitas a grandes intervalos.

As unidades de mapeamento são normalmente constituídas por amplas associações, podendo ter até cinco componentes, sendo, portanto, muito heterogêneas.

As classes de solos reconhecidas neste tipo de levantamento são definidas em função de características diagnósticas que determinam a classificação dos solos em níveis taxonômicos elevados, correspondentes pelo menos a subdivisões de "Ordem" e "Subordem" em sistemas hierárquicos de classificação de solos.



O Projeto Radambrasil para o mapeamento do Território Nacional publicou os mapas em recortes cartográficos ao milionésimo (1:1 000 000), contemplando 4° de latitude por 6° de longitude (em média com 300 000km²) e utilizou imagens de radar na escala 1:250 000 para as interpretações e delimitação das unidades de mapeamento, que, ao final, foram generalizadas e reduzidas fotograficamente para a escala de publicação.

As características mais comumente utilizadas são: horizonte diagnóstico subsuperficial, horizonte diagnóstico superficial, cor e saturação por bases. O mapa do Projeto Radambrasil da Folha SD.21 - Cuiabá (Figura 44) é um caso representativo desta categoria de mapas. As unidades de mapeamento são associações de unidades taxonômicas com detalhamento de tipos de horizontes A e grupamentos texturais.

As classes de solos definidas neste tipo de levantamento geralmente são subdivididas para fins cartográficos, de acordo com grupamentos texturais em notação simples ou binária e fases de vegetação e relevo.

Este tipo de mapa/carta necessita para sua execução etapas de campo e escritório.

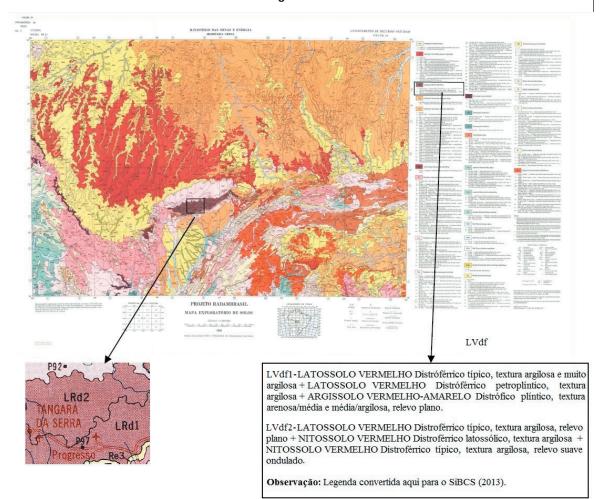


Figura 44 - Carta em nível exploratório de solos da folha SD.21 - Cuiabá, escala original 1:1 000 000



3.2.5.2 Levantamento de reconhecimento

Os levantamentos do tipo reconhecimento são executados para fins de avaliação qualitativa e semiquantitativa de solos, visando à estimativa do potencial de uso agrícola e não agrícola.

A seleção de mapas/cartas e sensores remotos básicos, métodos de prospecção de campo, composição de unidades de mapeamento e grau de detalhe cartográfico são estabelecidos previamente, em função da escala de apresentação do mapa ou carta, dos objetivos e da precisão desejada.

As classes de solos definidas nos levantamentos de reconhecimento acumulam características diferenciais utilizadas nos levantamentos exploratórios e mais características que correspondem aos níveis categóricos de **Grandes Grupos** e **Subgrupos**, em sistemas taxonômicos organizados.

As classes de solos definidas neste tipo de levantamento normalmente são subdivididas, para fins cartográficos, de acordo com o grupamento textural (em notação simples ou binária) e em fases de relevo, vegetação, rochosidade e pedregosidade.

Dados morfológicos e analíticos (químicos, físicos e mineralógicos) de perfis completos e amostras extras são necessários para caracterização dos solos e definição das unidades de mapeamento.

Considerando que os levantamentos do tipo reconhecimento atendem a uma ampla faixa de objetivos e necessidades, estão compartimentados em três níveis de execução, compreendendo alta, média e baixa intensidade (NORMAS..., 1989).

Os níveis de reconhecimento diferenciam-se quanto aos objetivos, métodos de prospecção, tipos de unidades de mapeamento, área mínima mapeável, material cartográfico e sensores remotos básicos e escala de publicação. A densidade de observações por área é variável entre 0,04 a 2,0 observações por quilômetro quadrado.

Baixa intensidade

Os levantamentos de reconhecimento de baixa intensidade têm como objetivo o fornecimento de dados para a avaliação de recursos potenciais de solos, através da identificação de áreas de baixo e alto potencial. Este tipo de levantamento pode ser elaborado em grandes áreas, em razão de seu caráter ainda generalizado.

No Brasil, têm sido elaborados para algumas regiões, estados, municípios e/ou outras situações, geralmente com o objetivo de subsidiar o planejamento desenvolvimentista regional ou como componente de Estudos Ambientais diversos, como para Zoneamentos Ecológico-Econômicos - ZEE, Estudos de Impactos Ambientais - EIA e seus respectivos Relatórios de Impactos Ambientais - RIMA e outros.

As bases cartográficas e imagens de sensores remotos mais indicadas neste nível de reconhecimento compreendem: mapas/cartas planialtimétricas com escalas entre



1:100 000 e 1:500 000, imagens de radar na escala 1:250 000, imagens de satélite nas escalas entre 1:100 000 e 1:500 000 e carta-imagens de sensores remotos orbitais nas escalas 1:100 000 e 1:250 000.

Os mapas/cartas resultantes de levantamentos neste nível devem ser apresentados em escalas compreendidas entre 1:250 000 e 1:750 000. A área mínima mapeável varia de 2,5km² a 22,5km².

A frequência de amostragem é de um perfil completo por componente de associação e mais amostras extras de horizontes superficiais e subsuperficiais para definir limites e conceituar unidades de mapeamento.

As unidades de mapeamento são identificadas no campo, ao longo de percursos traçados sobre imagens de radar ou de satélite, ou sobre mapas/cartas planialtimétricas. Os limites entre unidades de mapeamento são inferidos pelas linhas gerais de fotointerpretação, combinada com verificações de campo e interpretação das correlações "padrões de imagens - tipos de solos". Estas unidades podem ser simples ou de associações de até quatro componentes, correspondentes ao nível de **Grande Grupo** do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos - SiBCS. Inclusões são comuns em todas as unidades de mapeamento.

Admite-se, neste nível de reconhecimento, uma precisão de informações sobre a composição das unidades de mapeamento entre 50 e 70% de confiabilidade. Um levantamento pedológico de reconhecimento de baixa intensidade, ainda apresenta um grau de generalização relativamente alto, em razão das escalas de trabalho e de apresentação dos mapas/cartas, frequência de amostragem e densidade de observações de campo.

Média intensidade

Levantamento executado visando obter informações de natureza qualitativa e semiquantitativa do recurso solo, para fins de elaboração de projetos de uso e planejamento, incluindo seleção de áreas para colonização, construção de rodovias e ferrovias, zoneamentos agroecológicos e seleção de áreas para levantamentos mais detalhados.

Nesta categoria, os levantamentos ainda têm enfoque regional. Têm sido usados para trabalhos em áreas menores, como municípios, bacias hidrográficas e mesmo fazendas, com o objetivo de possibilitar a tomada de decisões corretivas e/ou preventivas com relação à preservação ambiental principalmente. São muito utilizados ultimamente no Brasil para estudos ambientais, quando da inserção de grandes empreendimentos do tipo barragens, estradas, etc.

O material básico cartográfico e sensores remotos mais indicados para este nível de reconhecimento compreendem: imagens de satélite na escala entre 1:100 000 e 1:250 000; mapas/cartas planialtimétricas em escalas preferenciais entre 1:25 000 e 1:250 000; fotografias aéreas em escalas preferenciais entre 1:60 000 e 1:120 000, imagens de radar na escala 1:250 000 e carta-imagem de sensores remotos orbitais nas escalas 1:100 000 e 1:250 000.



De acordo com a escala de apresentação do mapa/carta, em geral, entre 1:100 000 e 1:250 000, a área mínima mapeável situa-se entre 40ha e 2,5km². A frequência de amostragem é de um perfil completo por classe de solo componente de unidade de mapeamento simples ou de associação. Amostras extras adicionais podem ser necessárias para estabelecer limites entre classes.

As unidades de mapeamento são identificadas no campo, por observação e amostragem ao longo de percursos que cruzem diferentes padrões de drenagem, relevo, geologia e vegetação. Podem ser constituídas por unidades simples ou por associações de até quatro componentes, geralmente classes correspondentes ao nível de **Grande Grupo**.

Parte dos limites entre unidades de mapeamento é constatada no campo e parte é inferida por correlações com padrões de fotografias aéreas, imagens de radar e de satélite e carta-imagens ou mapas/cartas topográficas. Neste nível de reconhecimento é admitida uma precisão de informações sobre a composição das unidades de mapeamento entre 70 e 80% de confiabilidade.

Alta intensidade

Os levantamentos de reconhecimento com este nível têm por objetivo obter informações de natureza qualitativa e semiquantitativa do recurso solo, em áreas prioritárias para desenvolvimento de projetos agrícolas, pastoris e florestais, instalação de núcleos de colonização e localização de estações experimentais.

Geralmente, são elaborados em áreas relativamente pequenas dimensões e têm sido muito demandados, ultimamente para efeito de estudos ambientais para inserção de grandes empreendimentos, visando subsidiar o estabelecimento de medidas corretivas e compensatórias, tais como EIA-RIMAS.

Este nível de reconhecimento fornece informações básicas razoavelmente precisas para planejamento geral de programas de conservação e manejo dos solos. Podem substituir levantamentos semidetalhados em áreas que requerem estudos preliminares para planejamento regional de uso e conservação dos solos.

O material básico mais recomendado para este nível de reconhecimento é constituído por: mapas/cartas planialtimétricas em escalas preferenciais entre 1:20 000 e 1:100 000, fotografias aéreas em escalas preferenciais entre 1:20 000 e 1:100 000 e cartaimagem em escala maior que 1:100 000.

A escala de apresentação do mapa, em geral, situa-se entre 1:50 000 e 1:100 000, sendo a área mínima mapeável variável entre 10 e 40ha.

A frequência de amostragem é de um perfil completo e um ponto de amostra extra por classe de solo componente de unidade de mapeamento simples ou de associação. Todas as classes de solos identificadas na área devem ser caracterizadas por um perfil representativo completo.

As unidades de mapeamento são identificadas por observações e amostragem ao longo de percursos que cruzem diferentes padrões de drenagem, relevo, vegetação,



geologia e geomorfologia. Grande parte dos limites entre unidades de mapeamento é estabelecida no campo e os limites definidos por fotointerpretação são testados por observações de campo, segundo o planejamento prévio de verificações da área.

Figura 45 - Exemplo de carta de reconhecimento de alta intensidade dos solos da folha SD.21-Y-B-II, escala original 1:100 000

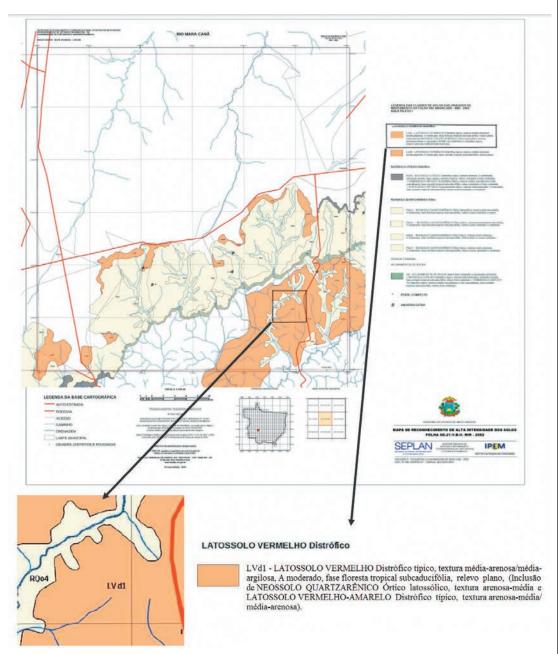


Figura extraída da página Colesolo - Consultoria e Levantamento de Solos, na Internet, disponível em: http://www.colesolo.com.br.



Nos levantamentos de reconhecimento de alta intensidade, as unidades de mapeamento são constituídas por unidades simples ou por associações de até três componentes caracterizados ao nível de **Subgrupos** pelo menos. Neste nível, as unidades de mapeamento são mais homogêneas do que nos níveis de média e baixa intensidade. Nele, é esperada uma precisão de informações sobre a composição e pureza das unidades de mapeamento em torno de 80% de confiabilidade.

A Figura 45 mostra uma carta de solos elaborada pelo governo de Mato Grosso, para uma área de solos arenosos (predominantemente), com o intuito de estudar variações de potencialidade agrícola entre eles. Por ela se pode observar que as unidades de mapeamento são constituídas por pequeno número de componentes e as unidades taxonômicas estão caracterizadas até o nível de família, segundo o SiBCS.

3.2.5.3 Levantamento semidetalhado

Com a elaboração de levantamentos semidetalhados tem-se por finalidade a obtenção de 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, além de projetos e estudos prévios para engenharia civil.

Esta categoria de levantamento já se presta à execução de alguns projetos, e normalmente são elaborados em áreas pequenas (fazendas ou parte delas), onde se pretenda implantar determinados tipos de atividades.

Os trabalhos de campo assumem maior importância e a caracterização dos solos deve ser minuciosa, pois será usada diretamente na definição do manejo a ser implantado. São também elaborados com o propósito de Estudos Ambientais em empreendimentos localizados (minerações, construção, estações experimentais, etc.), visando ao estabelecimento de medidas corretivas ou compensatórias de caráter localizado, e seleção de áreas para projetos específicos.

O material cartográfico e tipos de sensores remotos básicos mais usuais neste tipo de levantamento compreendem: mapas/cartas planialtimétricas em escalas iguais ou maiores que 1:50 000, restituições aerofotográficas e levantamentos topográficos convencionais em escalas variando de 1:10 000 a 1:50 000, com curvas de nível a intervalos de 10 a 20m e fotografias aéreas em escalas iguais ou maiores que 1:60 000.

Atualmente, uma série de sensores orbitais de alta resolução estão disponíveis no mercado (item 3.1.3.2.4) e, principalmente quando empregados em associação com informações altimétricas, podem ser utilizados com muito bons resultados, em substituição às fotografias aéreas convencionais.

A escala preferencial para apresentação dos mapas/cartas deve ser igual ou maior que 1:50 000, podendo em situações particulares variar até 1:100 000.



Figura 46 - Exemplo de Mapa Semidetalhado de Solos, elaborado para uma fazenda situada no Estado do Tocantins, escala original 1:10 000

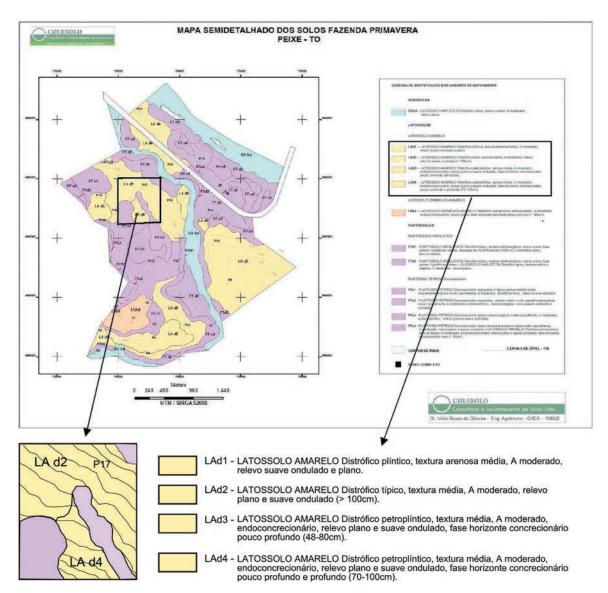


Figura extraída da página Colesolo - Consultoria e Levantamento de Solos, na Internet, disponível em: http://www.colesolo.com.br>.

A densidade de observações e a frequência de amostragem são calculadas em função da heterogeneidade da área e da facilidade de correlação entre tipos de solos e superfícies geomórficas.



Não obstante, é recomendada uma média de 0,02 a 0,20 observações por hectare, um perfil completo e um perfil complementar por classe de solo componente de unidade de mapeamento simples ou de associação.

Todas as classes de solos identificadas na área devem ser caracterizadas por um perfil representativo completo e um perfil complementar.

As unidades de mapeamento devem ser identificadas no campo, por observação e amostragem ao longo de transeções selecionadas, utilizando-se o método das topossequências ou caminhamento livre de acordo com as características da área (vide item 3.2.6.8), que devem ser as mais representativas, abrangendo as diversas formas de encostas e tipos de relevo, de modo a permitir as correlações solos-superfícies geomórficas

Os limites entre as unidades de mapeamento são verificados no campo, em combinação com as correlações solos-superfícies geomórficas. Alguns limites podem ser inferidos a partir de interpretações de sensores remotos e testados no campo.

Nos levantamentos semidetalhados, as unidades de mapeamento são unidades simples, complexos ou associações, definidas geralmente no nível de **Família** em sistemas hierárquicos de classificação.

No caso do mapa semidetalhado mostrado na Figura 46, elaborado para subsidiar a implantação e o manejo de cultivos de seringueira sob irrigação e de eucalipto em uma fazenda do Estado do Tocantins, pode-se observar que a maioria absoluta das unidades de mapeamento são unidades simples, constituídas por um único componente e este está caracterizado até o nível de família de acordo com o SiBCS. Ainda por este trabalho pode-se observar que se estabeleceu como critério o "faseamento" das unidades taxonômicas com relação à profundidade de ocorrência de horizonte concrecionário, que é uma característica de suma importância para estes tipos de exploração.

É importante que as unidades de mapeamento tenham razoável homogeneidade, sendo esperado que as inclusões em unidades simples não ultrapassem 15%. Em associações é admitido o máximo de 10% de inclusões, se forem de uma única classe de solo e até 20% se forem duas ou mais classes de solos. Espera-se que a precisão de informações sobre composição e pureza das unidades de mapeamento esteja em torno de 85-90% no tocante à confiabilidade.

A definição de classes de solos neste tipo de levantamento é baseada em características diretamente relacionadas com o crescimento das plantas, principalmente no que se refere ao desenvolvimento do sistema radicular, relações solo-água-planta e propriedades importantes nas interpretações para fins de engenharia civil.

3.2.5.4 Levantamento detalhado

A execução de levantamentos detalhados visa obter informações sobre os solos de áreas relativamente pequenas, para decisões localizadas, onde está previsto o uso intensivo do solo.



Os levantamentos detalhados têm como objetivos principais atender a projetos conservacionistas na fase executiva, promover a caracterização e delineamento preciso dos solos de estações experimentais, viabilizar recomendações práticas de uso e manejo de solos para fins de exploração agrícola, pastoril e florestal intensiva, além de constituir base ideal para execução de projetos de irrigação, drenagem e interpretações para projetos de engenharia civil.

As áreas-objeto destes levantamentos são quase sempre definidas ou selecionadas através de levantamentos mais generalizados.

Os trabalhos de campo são de extrema importância, bem como a amostragem, que normalmente é bastante densa. São demandados no Brasil para Estações de Experimentação Agrícola, Reservas e/ou Estações Ecológicas para definição de manejo, e para implantação de projetos agropastoris e, principalmente, aqueles com uso de irrigação.

O material básico mais adequado compreende mapas/cartas planialtimétricas, levantamentos topográficos convencionais, restituições aerofotogramétricas com curvas de nível a pequenos intervalos (5 - 10m) e fotografias aéreas em escalas iguais ou maiores que 1:20 000.

Atualmente com a disponibilidade de sensores orbitais de alta resolução (item 3.1.3.2.4), estes podem ser utilizados em associação com informações altimétricas, de forma bastante satisfatória, em substituição às fotografias aéreas convencionais.

Para apresentação dos mapas/cartas detalhados de solos, são recomendadas escalas iguais ou maiores que 1:20 000, estando estas em função dos objetivos do levantamento, extensão da área e grau de pormenorização cartográfica e taxonômica a serem atingidos. A área mínima mapeável é menor que 1,6ha. A densidade de observações deve ser mantida no mínimo, entre 0,20 e 4,0 observações por hectare.

A frequência de amostragem deve ser suficiente para detectar diferenças de solos em pequenas áreas, sendo, necessário, no mínimo um (1) perfil completo e dois (2) perfis complementares para caracterização das classes de solos identificadas no nível taxonômico mais baixo.

As unidades taxonômicas identificadas na área devem ser representadas por perfis completos modais e suas amplitudes de variação estabelecidas por perfis complementares e amostras extras, precisamente coletadas para análises de laboratório.

As unidades de mapeamento e seus limites são identificadas por caminhamento livre no campo, em topossequências e com observações a pequenos intervalos. São, normalmente, unidades simples, homogêneas em termos de composição e definidas de acordo com limites preestabelecidos, admitindo-se até 15% de inclusões de outros solos. São definidos e conceituados em termos de características compatíveis com o nível categórico mais baixo de sistemas hierárquicos de classificação de solos.



O controle de descrições e definições das unidades de mapeamento é indispensável, com o propósito de identificação, estabelecimento de limites e diferenciação em relação a outras unidades na área de trabalho. As unidades de mapeamento devem ser definidas e descritas observando-se todas as características diferenciais importantes para distinção de classes, assim como características que influam na utilização prática dos solos.

As classes de solos definidas podem ser subdivididas para diversos fins de interpretação de uso, dentre os mais comuns: irrigação; drenagem; manejo agrícola; conservação do solo e manejo ambiental.

A descrição e coleta de perfis completos representativos e amostras extras para determinações analíticas devem ser feitas após a identificação das características importantes observadas na área de trabalho, bem como depois de adquirida a noção preliminar das unidades taxonômicas.

3.2.5.5 Levantamento ultradetalhado

Executado para atendimento de problemas específicos de áreas muito pequenas, no nível de parcelas experimentais e áreas residenciais ou industriais. Tem a mesma estrutura básica dos levantamentos detalhados, deles diferenciando-se quanto ao método de prospecção e pela maior pormenorização cartográfica.

Em geral, estes estudos são desenvolvidos em escalas grandes (1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 e 1:500), em que poderão ser detectadas particularidades para uma finalidade específica, como oscilação do lençol freático ou teores de determinados elementos em uma parcela experimental.

O material básico mais adequado compreende levantamentos topográficos convencionais e plantas especialmente encomendadas, com curvas de nível a intervalos menores que 1m. A área mínima mapeável é normalmente menor que 0,1ha. A densidade de observações deve ser coerente com a pormenorização cartográfica, sendo recomendada uma faixa básica de 4,00 observações por hectare.

Perfis completos devem ser coletados em número suficiente para cada uma das unidades taxonômicas identificadas. Pequenas diferenças entre classes de solos devem ser resolvidas com a coleta de perfis complementares e quantas amostras extras forem necessárias.

A unidade básica de mapeamento corresponde à fase de série de solos, com tantas subdivisões quanto necessárias, para distinguir pequenas variações entre classes de solos.

Devido à precisão esperada neste tipo de levantamento, adota-se o sistema de malhas para o planejamento de observações e amostragem. O dimensionamento das malhas é função da heterogeneidade da área e estimado previamente.

No Quadro 22, são sintetizadas as principais especificações e recomendações referentes aos tipos de levantamentos e mapas/cartas de solos.



Quadro 22 - Diferenciação de mapas/cartas e tipos de levantamentos de solos

Nível de Levantamento de Solos		Objetivos	Métodos de Prospecção	Material Cartográfico e Sensores Remotos Básicos	Constituição de Unidades de Mapeamento	a) Escala Preferencial dos Mapas/Cartas Finais b) Área Mínima Mapeável (AMM) c) Frequência de Amostra- gem
Esquemático		Visão panorâmi- ca da distribui- ção dos solos	Generalizações e amplas correla- ções com o meio ambiente	Mapas planialtimé- tricos, fotoíndices e imagens de radar e satélite em escalas pequenas	Associações extensas de vários componentes. Equivalente ao nível de Ordens	a) < 1:1 000 000 b) > 40km ²
Exploratório		Informação generalizada do recurso solo em grandes áreas	Extrapolação, generalizações, correlações e poucas observa- ções de campo	Mapas/Cartas planialtimétricas, imagens de radar, satélites e fotoíndices em escalas pequenas	Associações amplas de até cinco componentes. Correspondendo a sub-divisão de Ordens	a) 1:750 000 a 1:2 500 000 b) 22,5 a 250km ² c) 1 perfil completo por classe de solo predomi- nante na associação
Reconhecimento	Baixa Inten- sidade	Estimativa de recursos potenciais de solos	Verificações de campo	Mapas/Cartas planialtimétricas, imagens de radar, satélites e carta imagem em escalas ≤ 1:100 000	Associações e uni- dades simples de Grandes Grupos de solos	a) 1:250 000 a 1:750 000 b) 2,5 a 22,5km² c) 1 perfil completo por unidades simples ou componente de associação
	Média Inten- sidade	Estimativa de natureza quali- tativa e semi- quantitativa do recurso solo	Verificações de campo e correla- ções solo-paisagem e extrapolação de padrões de imagem	Mapas/Cartas planialtimétricas, imagens de radar e satélites, em escalas > 1:250 000 e foto- grafias aéreas em escalas > 1:120 000	Unidades simples e associações de Grandes Grupos de solos	a) 1:100 000 a 1:250 000 b) 40ha a 2,5km² c) 1 perfil completo por unidade simples ou com- ponente de associação
	Alta Inten- sidade	Avaliação semi- quantitativa de áreas prioritárias	Verificações de campo e correla- ções solo-paisagem	Mapas/Cartas planialtimétricas, carta imagens em escala ≥ 1:100 000 imagens de satélite ou fotografias aéreas em escalas ≥ 1:100 000	Unidades simples e associações de Subgrupos de solos	a) 1:50 000 a 1:100 000 b) 10ha a 40ha c) 1 perfil completo e 1 ponto de amostra extra por classe de solo em unidade simples ou componente de associação
Semidetalhado		Planejamento e implantação de projetos agríco- las e de enge- nharia civil	Verificações de campo em transeptos naturais e planejados, por topossequências ou caminhamento livre e correlações solossuperfícies geomórficas	Mapas/Cartas pla- nialtimétricas em escalas ≥ 1:50 000, imagens de satélite de alta resolução ou foto- grafias aéreas em escalas ≥ 1:60 000	Unidades simples, associações e com- plexos em nível de Famílias	a) ≥ 1:50 000 (1) b) < 10ha (para escala ≥ 1:50 000) c) 1 perfil completo e 1 complementar por classe de solo em unidades simples ou componentes de associação
Detalhado		Execução de projetos de uso intensivo do solo	Verificações de campo em transeptos planejados, por topossequências ou caminhamento livre e relações solossuperfícies geomórficas	Mapas/Cartas planialtimétricas ou levantamentos topográficos com curvas de nível e imagens de satélite de alta resolução ou fotografias aéreas em escalas ≥ 1:20 000	Unidades simples, associações e complexos em nível de Família e Séries de solos	a) ≥ 1:20 000 b) < 1,6ha c) 1 perfil completo e 2 complementares por classe de solo no nível taxonômico mais baixo (série)
Ultradetalhado		Estudos Especí- ficos, localizados	Verificações de campo em transep- tos planejados, com uso de malhas rígidas	Plantas, Mapas/ Cartas topográficas com curvas de nível a pequenos inter- valos em escala ≥ 1:5 000	Séries de solos	a) > 1:5 000 b) < 0,1ha c) perfis completos e complementares em número suficiente para cada unidade taxonômica

Fonte: Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Solos - CNPS, 1994. Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa. br/digital/bitstream/item/81913/1/PROCEDIMENTOS-NORMATIVOS-MANUAL.pdf>. Acesso em: jul. 2015. Adaptado. (1) Em situações particulares pode variar até 1:100 000.



3.2.5.6 Trabalhos executados para fins específicos e trabalhos complementares aos levantamentos convencionais

3.2.5.6.1 Estudos expeditos

São estudos realizados geralmente em áreas pouco conhecidas, que têm como principal objetivo um conhecimento preliminar dos seus principais solos, visando obter subsídios para estabelecimento de legenda preliminar e correlação com outras regiões. Têm como produto um texto sintético contendo o roteiro dos trabalhos de campo, comentários sobre alguns tipos de solos e a localização e caracterização analítica dos solos amostrados ou observados, sem, no entanto, se produzir mapa de solos.

Observação: Em razão da existência atualmente de conhecimento sobre os solos de todas as regiões do País, esta modalidade de trabalho não tem sido mais realizada.

3.2.5.6.2 Reuniões de Classificação e Correlação de Solos - RCCs

Evento que congrega especialistas, professores, pesquisadores e estudantes da área de pesquisa de solos, provenientes de todas as regiões do País e mesmo do exterior, para promover interação, comunicação interpessoal e interinstitucional, através do aprofundamento do conhecimento sobre os principais solos de determinada região. Tem o propósito principal de testar e aprimorar o SiBCS, além de possibilitar a muitos profissionais o conhecimento sobre a realidade dos solos de outras regiões distintas de seu ambiente rotineiro de trabalho.

São eventos periódicos, realizados em geral a cada dois anos, organizados e promovidos por instituições ligadas à pesquisa de solos e consistem basicamente de visitação a perfis representativos de solos de alguma região ou ambiente, previamente escolhidos, descritos e caracterizados analiticamente (Foto 341, item 3.2.6.6.2).

Com o declínio dos **Estudos Expeditos**, esta tem sido a modalidade de estudo atualmente adotada, principalmente contemplando áreas com pouco conhecimento de seus solos, ou áreas que requeiram o estudo para adequação do SiBCS.

3.2.5.6.3 Levantamento utilitário do meio físico

São estudos realizados com o fim precípuo de classificar a terra no Sistema de Capacidade de Uso. Trata-se de levantamento rápido de campo, que procura separar as terras com base nas características físicas dos solos, relevo (classes de declividade) e outros fatores que afetam o uso de máquinas em grande escala, visando à conservação dos solos, visto que o Sistema de Capacidade de Uso das Terras considera sempre uso agrícola intensivo, com alta tecnologia e com utilização de equipamentos motorizados. Tais levantamentos podem ser elaborados por técnicos que não detenham conhecimento na área de pedologia.

3.2.5.6.4 Elaboração de projetos de manejo dos solos

Realizados a partir dos levantamentos de solos, considerando os limites das unidades de mapeamento e as informações sobre os solos constituintes. Além do planejamento da parte química, são consideradas também informações sobre o manejo físico de talhões ou tipos de solos, dentre elas, presença de compactação e necessidade



de subsolagem; necessidade de plantio direto; práticas de conservação do solo necessárias (detalhamento e especificações para terraços, etc.), necessidade de rotação de cultura, cultivos mais adequados, etc.

a) Levantamento da fertilidade dos solos

Destina-se especificamente a subsidiar projetos ou planos de correção química em projetos agropecuários. As recomendações de correção química e/ou orgânica, envolvendo calagem e adubação, se baseiam fundamentalmente em análises da fertilidade natural, ou seja, análises dos teores dos principais elementos nutrientes (macro e micronutrientes) determinados em laboratório, em amostragem coletada especificamente para este fim (item 1.2.1.1.1) e em informações sobre a exigência das espécies a serem exploradas em cada gleba, talhão ou tipo de solo.

O pacote de produtos contempla os planos de aplicação de corretivos de acidez e de adubação (de plantio e de manutenção), as épocas e formas de aplicação, a dosagem, os produtos mais indicados, as formulações, etc.

Agricultura convencional - neste caso, geralmente os terrenos são divididos em talhões de igual dimensão (2 a 4 hectares) e, em cada um deles, são efetuadas amostragens compostas em pelo menos duas profundidades, para as determinações analíticas.

Agricultura de precisão - para esta modalidade de agricultura, que é comumente desenvolvida em áreas homogêneas no tocante a solos (chapadas e chapadões), totalmente mecanizáveis e contemplando grandes extensões territoriais, empregase processo de coleta das amostras mecanizado, e procede-se a aplicação dos corretivos também de forma mecanizada, porém ambas as atividades realizadas com equipamentos especiais computadorizados. Tais equipamentos, incluindo-se os softwares, as máquinas e os implementos constituem conjunto comumente denominado "plataforma" para agricultura de precisão.

b) Subsídios a projetos de irrigação

No caso particular dos projetos de irrigação, além do levantamento convencional detalhado dos solos, são necessários dados para embasar os projetos executivos de dimensionamento da parte de engenharia.

Para tanto, amostras de solos especiais, indeformadas, devem são coletadas (item 1.2.1.2) para caracterização físico-hídrica e devem ser realizados testes de infiltração e/ ou de drenabilidade, além da caracterização da qualidade da água a ser usada. Dentre as principais informações fornecidas neste tipo de trabalho estão:

- A partir das amostras indeformadas curva de retenção de umidade, condutividade hidráulica e densidade aparente ou global. Destes dados, são definidos a capacidade de água disponível (CAD) e a necessidade de irrigação;
- 2) A partir dos testes de infiltração (item 1.2.4.1) velocidade de infiltração água básica (VIB), velocidade inicial de infiltração e o total de infiltração ou infiltração acumulada. Dados de suma importância pra a definição dos turnos de rega, etc;
- 3) Testes de drenabilidade (item 1.2.4.2) velocidade de drenagem em condição de presença e ausência de lençol freático. Informações fundamentais para o dimensionamento do sistema de drenagem; e
- 4 Determinação da qualidade das águas para irrigação (item 1.2.4.3) caracterização e classificação das águas a serem empregadas no projeto.



3.2.6 Elaboração de levantamentos de solos

3.2.6.1 Introdução

Elaborar levantamentos de solos, em síntese requer a busca de informações preexistentes, trabalhos de campo, tratamento ou processamento dos dados de campo e dos produzidos em laboratório, elaboração de mapas ou cartas com uso de técnicas e material de cartografia e elaboração de relatórios técnicos.

Dentre as técnicas de cartografia, a interpretação de sensores remotos ou fotointerpretação, tem importância capital na elaboração dos mapas, quaisquer que sejam os níveis de detalhamento empregados.

3.2.6.2 Fotointerpretação ou interpretação preliminar de sensores remotos

Emprega-se o termo fotointerpretação quando a atividade é desenvolvida sobre fotografias aéreas e o termo interpretação, nos demais casos. Constitui-se seguramente uma das mais importantes atividades do conjunto que envolve a elaboração de um mapa de solos.

A interpretação preliminar é o desenho precursor do mapa de solos. É o instrumento considerado para elaborar o plano de investigações de campo (item 3.2.6.7) e estimar a amostragem necessária.

É na realidade, a materialização do mapa, considerando que o seu produto é a delimitação de todos os pedoambientes existentes em dada área, sobre uma imagem de sensor remoto, ou seja, é a espacialização dos contornos das ocorrências de uma, ou de um grupo de classes de solos, que são as unidades de mapeamento e que irão se constituir no mapa de solos.

A ação de delimitar os diversos ambientes de ocorrência dos solos se baseia na reflexão ou expressão de "padrões" das imagens (sensores remotos) em resposta à variação dos solos ou de algumas de suas características, ou da variação de alguns dos elementos da paisagem que determinam variação destas, e que são passíveis de serem captados diretamente nos sensores. Diretamente nas imagens, são observadas características como variação na textura e na cor das imagens (padrão de imagem), e indiretamente, variações em características como relevo, vegetação natural, uso do solo, sistemas de drenagem, altimetria e umidade. Quando já existem informações de mapas de solos anteriores, estas são empregadas como elementos auxiliares.

3.2.6.3 Fotointerpretação ou interpretação definitiva de sensores remotos

No decorrer dos trabalhos de campo, os pedoambientes previamente separados na interpretação preliminar (unidades de mapeamento) são visitados e definidos no tocante aos solos ocorrentes (composição) e estes são caracterizados e classificados em sistemas taxonômicos específicos. Os limites traçados são confirmados ou ajustados.

Após os trabalhos de campo, procede-se à reinterpretação dos sensores com base nas observações de campo e a interpretação preliminar passa então a **interpretação definitiva** e se constitui no mapa de solos após o estabelecimento da legenda final.



Importa esclarecer que salvo fatores como o relevo e o grau de umidade dos terrenos, que invariavelmente têm implicação direta na diferenciação dos solos, os demais nem sempre atuam como determinantes para a sua diferenciação. Por tal razão, mesmo tendo havido um bom trabalho de campo inicial, após a conclusão da delimitação dos solos ou das unidades de mapeamento, é aconselhável que se retorne ao campo para checagem e, se necessário, que se procedam a novos ajustes dos limites estabelecidos.

Em seguida à delimitação e confirmação dos ambientes ou compartimentos do mapa, estes devem ser alocados sobre base cartográfica definitiva.

A Figura 47 mostra a interpretação definitiva de uma imagem de satélite e a delimitação das unidades de mapeamento para elaboração de um mapa detalhado de solos de uma fazenda com cerca de 88ha, no interior do Estado de Goiás. Consta a localização dos pontos amostrais (P- perfil completo) e das observações realizadas (T - tradagem), que se constitui em etapa fundamental da construção do mapa de solos, mostrado na Figura 48.

Figura 47 - Imagem de satélite com interpretação pedológica e locação dos pontos amostrais, para confecção do mapa de solos



Figura extraída da página Colesolo - Consultoria e Levantamento de Solos, na Internet, disponível em: http://www.colesolo.com.br.

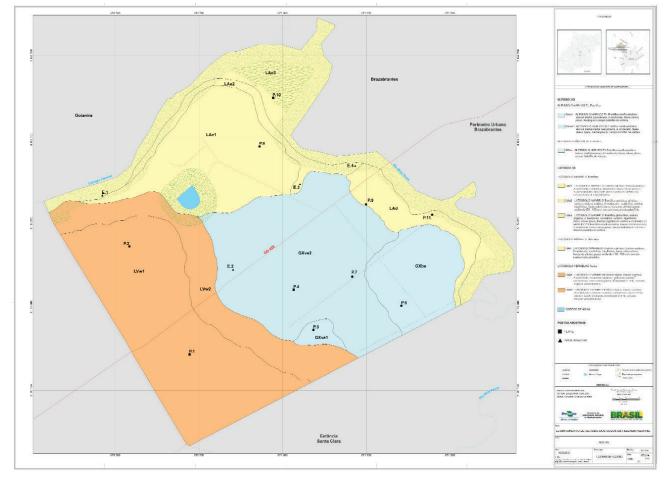


Figura 48 - Mapa detalhado de solos da fazenda Palmital. Goianira (GO)

Figura extraída da página Colesolo - Consultoria e Levantamento de Solos, na Internet, disponível em: http://www.colesolo.com.br.

3.2.6.4 Planejamento do trabalho de levantamento - escolha da escala e sensores adequados

O sucesso de um levantamento de solos começa, necessariamente, pelo seu planejamento. Considerando-se o Brasil um País com limitações de recursos e com a maior parte de seu território dispondo apenas de informações generalizadas sobre seus solos, a observação de alguns detalhes pode fazer a diferença para se conseguir elaborar e alcançar sucesso com trabalhos de levantamentos.

A definição do nível de levantamento e da escala do trabalho, adequados a cada situação ou demanda, permitirá otimizar os trabalhos de forma a se obter todas as informações necessárias, em nível cartográfico compatível e com o menor custo.

É importante saber a razão exata pela qual o trabalho está sendo solicitado, para se estabelecer o tipo de informação a ser gerada e o seu necessário grau de refinamento.



Por exemplo, um trabalho solicitado para subsidiar políticas administrativas regionais, geralmente necessita apenas de informações sobre a qualidade dos principais solos, sua potencialidade, quantificação e distribuição. Portanto, é suficiente um levantamento de caráter generalizado, em escala relativamente pequena, que contenha informações compatíveis com os níveis mais elevados dos sistemas taxonômicos, e que contemple relativamente pequeno número de pontos de amostragem, com determinações analíticas rotineiras.

Por outro lado, um trabalho solicitado para fornecer as diretrizes de manejo em projetos de irrigação, apresenta demanda específica. Logo, o levantamento deverá estar na categoria dos detalhados, com mapas em escalas grandes, contemplando um número considerável de amostras e com elaboração de determinações analíticas específicas, direcionadas à demanda do projeto, como, por exemplo: densidades, curvas de retenção hídrica, água disponível, presença de impedimentos físicos a livre drenagem, profundidade dos solos e outras, além da caracterização analítica de rotina.

Para definição de uma escala que possibilite a representação precisa em mapa ou carta das informações necessárias, uma forma prática é tomar-se por base a superfície mínima de ocorrência de solo no terreno que deverá ser representada em mapa e os valores de área mínima mapeável para os diversos valores de escala. Desta forma, se um projeto a ser implantado necessita que se identifique e cartografe todas as ocorrências de solos que ocupem área igual ou superior a 1 hectare, pelos dados do Quadro 21 (item 3.1.1.2.3) é possível definir que a escala a ser empregada deverá estar entre 1:20 000 e 1:15 000. Se em outra situação, um projeto experimental a ser implantado demandar que se identifique e cartografe todas as ocorrências de solos com área igual ou superior a 100m^2 do terreno, visando, por exemplo, à implantação de parcelas em uma pequena área, deverá ser empregada uma escala de 1: 2 000 ou maior.

Os tipos de sensores devem ser escolhidos em função do tamanho da área abrangida, do nível do levantamento e também das características físicas da área (item 3.1.3.2.7).

A quantificação da amostragem deverá ser baseada no estipulado no Quadro 22 (item 3.2.5.5), ficando a critério do responsável técnico a complementação do número final de amostras em função da complexidade da área e das dimensões das unidades de mapeamento.

De maneira geral, os seguintes passos são aconselhados ao se planejar um levantamento de solos, visando otimizar os trabalhos e evitar desperdícios:

- 1) Levantar todas as informações existentes sobre os solos da área-objeto do levantamento;
- 2) Avaliar a qualidade e quantidade das informações existentes, visando ao seu possível aproveitamento;
- 3) Definir o nível e escala do levantamento em função da demanda de informações e da disponibilidade de sensores remotos;
- 4) Em caso de levantamentos generalizados (reconhecimento e exploratório), que normalmente são direcionados a grandes áreas:



- Dimensionar a amostragem e os tipos de determinações analíticas, visando caracterizar os solos nos níveis categóricos mais elevados e intermediários do SiBCS; e
- Utilizar preferencialmente sensores orbitais, pois facilitam a visão conjunta da área, agilizando os trabalhos, além de serem relativamente de fácil obtenção e satisfazerem bem aos propósitos destes níveis de levantamentos.
- 5) Em caso de levantamentos de maior detalhe (semidetalhados, detalhados e ultradetalhados), considerados levantamentos executivos por serem quase sempre demandados para subsidiar atividades ou empreendimentos específicos, são normalmente direcionados a pequenas áreas:
 - Estes levantamentos requerem inicialmente bases cartográficas precisas e o uso de sensores remotos de grande performance, quais sejam, imagens orbitais de grande resolução ou fotografias aéreas.

3.2.6.5 Atividades de campo

Época dos trabalhos

Um fator muito importante para o sucesso dos trabalhos de campo é a escolha da época certa para os mesmos. Os períodos chuvosos trazem desconforto durante os trabalhos, dificultam ou impedem o acesso a alguns pontos da área por condições de trafegabilidade e ainda limitam ou muitas vezes impossibilitam o trabalho em determinadas regiões, em função de elevação do lençol freático.

Além dos fatos mencionados, a questão da alteração dos resultados analíticos, que pode ocorrer para solos salinos, por lavagem de sais em períodos chuvosos, deve ser considerada.

Portanto, os períodos de estiagem de cada região deverão ser bem observados e preferidos, quando do planejamento dos trabalhos de campo.

Outras peculiaridades regionais deverão ser também observadas, como, por exemplo, na Região Sul do País, onde em determinadas épocas do ano, há formação de nevoeiros intensos (cerração, neblina, etc.) que dificultam a visibilidade, e quase sempre, atrasam o início dos trabalhos diários.

Desenvolvimento

Em trabalhos de campo para levantamentos de nível generalizado, procura-se alcançar e definir as ocorrências de solos nos diversos padrões identificados durante a fotointerpretação ou interpretação preliminar, visando à extrapolação das informações para padrões análogos vizinhos.

No caso de levantamentos de detalhe, que são realizados em relativamente pequenas áreas, todos os padrões separados devem ser alcançados e definidos, portanto o roteiro do trabalho deve prever, muitas vezes, o caminhamento a pé. Comumente, os limites das unidades são checados com auxílio de tradagem ou observações em cortes de estrada (quando existentes) e a caracterização e coleta dos perfis são feitas através da abertura de trincheiras. Em situações específicas, quando não se



dispõe de cobertura fotográfica em escala adequada no nível do levantamento, devese intensificar a amostragem e as observações de campo, buscando-se detectar todas as variações e ocorrências significativas, compatíveis com o nível do levantamento.

Em áreas pouco conhecidas e quando se pretende trabalhar com mais de uma equipe de pedólogos, é aconselhável se proceder a uma ou mais viagens de correlação, percorrendo-se toda a área e buscando-se alcançar todas as ocorrências de solos, com o propósito de aferição e homogeneização de conceitos e critérios, antes de se iniciar o trabalho de mapeamento propriamente dito. Nesta etapa, é aconselhável se proceder a amostragens visando à aferição de parâmetros de campo e laboratório para algumas características, como é o caso de textura, fertilidade, atividade das argilas, entre outras. Igualmente importante é a centralização de todas as ações na figura de um coordenador técnico, que deverá proceder à distribuição de tarefas, promover a padronização e uniformização de conceitos e critérios, e ,ainda, efetuar o controle de qualidade, entre outras funções.

É aconselhável, também, a realização de pelo menos uma viagem de fechamento e controle de qualidade, envolvendo o coordenador técnico do levantamento e os demais pedólogos executores.

O conhecimento prévio de trabalhos anteriormente desenvolvidos na região, tanto de levantamentos de solos, como de outros componentes ambientais, tais como geologia, geomorfologia e vegetação, é de extrema importância para ajudar a elucidar uma série de questionamentos que normalmente surgem no decorrer dos levantamentos. Na medida do possível, deve-se promover viagens intertemáticas, envolvendo profissionais de temas afins, buscando-se conhecer melhor as diversas interfaces.

Na mesma linha de raciocínio, uma base cartográfica atualizada, de boa qualidade, bem como a utilização de equipamentos apropriados são fundamentais para um bom desenvolvimento dos trabalhos de campo. Aparelhos GPS são imprescindíveis e programas computacionais em computadores portáteis (*notebooks*) podem auxiliar em muito o desenvolvimento dos trabalhos no campo.

Regiões com dificuldades de acesso, como é o caso das regiões Amazônica e Pantaneira, requerem cuidados especiais, como equipamentos de segurança, saúde e transporte.

Cuidados especiais devem ser tomados, também, quando da entrada em propriedades particulares, áreas indígenas e/ou legalmente protegidas, tomando-se as necessárias medidas prévias de aviso e solicitação de autorização.

Seleção da posição (local) na paisagem para examinar, descrever e coletar os perfis de solos

O local na paisagem onde se proceder aos exames e às coletas de amostras durante os trabalhos de campo varia de acordo com as finalidades do exame, que podem ser diversas: identificação e caracterização de unidades de mapeamento para elaboração de mapas, estudo de unidades taxonômicas, estudo da gênese do solo, estudo de problemas específicos em determinadas áreas (manejo, fertilidade, trabalhos de engenharia, etc.).



No caso particular de levantamento de solos, o objetivo final é a caracterização das unidades de mapeamento (item 3.1.1.1.6) e, por conseguinte, de seus solos constituintes representativos (unidades taxonômicas).

Assim, em levantamentos generalizados, busca-se sempre que possível caracterizar os solos mais representativos dentro de cada unidade de mapeamento. Para isso, deve-se procurar posicionar a amostragem na parte mais central da situação de ocorrência de cada um deles. No caso de superfícies com relevo ondulado ou mais movimentado, deve-se evitar a proximidade de cursos d'água, posicionando-se a amostragem no terço médio das encostas que é onde o solo estará mais íntegro, no que concerne aos desgastes erosivos.

Em levantamentos de detalhe, todos os solos ocorrentes no âmbito de cada unidade de mapeamento, individualizados ou componentes de associação devem ser caracterizados, e, neste caso, muitas vezes coleta-se solos em margens de córregos (diques e planícies) em fundos de vales e em qualquer posição das encostas, desde que ocorram solos diferenciados e que sejam significativos.

• Seleção do melhor ponto para exame dentro do ambiente de averiguação

Deve-se buscar um local onde o perfil esteja o mais completo possível, contendo toda a sequência de horizontes e/ou camadas e principalmente o horizonte A. Necessário também observar, se a parte superficial do mesmo se encontra recoberta por material estranho (entulhos, etc.), ou se o solo se encontra decapitado.

Essas recomendações se justificam pelo fato de os cortes de estrada estarem sujeitos a alternância de condições de umedecimento e secagem, o que comumente influencia a estrutura do solo. Outros fatores que as justificam são a existência de faixa de desmatamento, ação mecânica sobre o solo e luminosidade, além do fato de que camadas de poeira e material escorrido da superfície podem acumular-se nos cortes ao longo das estradas. Nas áreas de mata, às margens de estrada, devido à maior luminosidade, estabelece-se geralmente vegetação graminoide e herbácea, que modificam as características dos horizontes superficiais. Algumas vezes, poeira de material empregado na pavimentação de estradas (pode ser inclusive calcário) modifica as características químicas dos solos, como o pH, por exemplo.

• Cuidados adicionais

Em todas as situações, alguns cuidados devem ser tomados, como, por exemplo, a verificação da integridade dos solos, principalmente no que diz respeito a possibilidades de contaminação local, revolvimento por máquinas, erosão e assoreamento, aterro e remoção de material, entre outros.

Exames gerais de perfis de solos, com descrições sucintas para efeito de mapeamento e confirmação de limites de unidades, podem ser feitos em cortes de estrada, ou em voçorocas, ravinas, poços e outras aberturas que as possibilitem. Mas exames detalhados para descrições e especialmente para amostragens importantes devem ser evitados, salvo se os cortes forem recentes e, mesmo assim, após limpeza cuidadosa.

3.2.6.6 Formas mais comuns para exame e coleta de solos no campo

3.2.6.6.1 Utilização de trados - em áreas onde não existam cortes de estrada ou outras aberturas naturais que possibilitem o exame da seção do perfil do solo, necessário

se faz a utilização de ferramentas como trados (item 1.2.1.1.1), sendo o mais recomendado ou o mais prático, o do tipo holandês, para exames rápidos de mapeamento (Foto 337).

Esta ferramenta é quase insubstituível na tarefa de checagem de limites entre classes de solos e, na averiguação de sequência de horizontes, cores, textura, profundidade de lençol ou de camadas impeditivas, principalmente.

Em trabalhos de mapeamento para fins de irrigação, as tradagens são uma prática



Foto 337 - Utilização do trado holandês manual para exame. Barão de Melgaço (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

complementar à abertura de trincheiras para fins de caracterização de algumas características e determinação de impedimentos físicos do solo em profundidade.

Cabe, entretanto, alertar que este tipo de ferramenta traz muitas limitações para a perfeita caracterização do solo e, por tal razão, aconselha-se sempre muita atenção com relação à sequência do material retirado e ao controle das profundidades de alcance de cada operação de retirada de material. Recomenda-se dispor o material em sequência, marcando-se os intervalos de profundidade (Foto 338).

Em trabalhos em que muitas operações de investigação com uso de trados são necessárias, pode-se acoplar os mesmos a motores, para conseguir melhor rendimento (Foto 339).



Foto 338 - Disposição do material de solo obtido com uso do trado, em sequência, para exame. Natividade (TO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 339 - Utilização de trado de rosca motorizado para sondagem rápida. Caracaraí (RR). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



3.2.6.6.2 Aproveitamento de barrancos de estradas ou de outros tipos de cavidade - em razão de possibilitar o exame do perfil do solo em toda a sua extensão vertical, dentro dos limites de profundidade necessários, e por não envolver maiores custos, esta forma de sondagem é uma das mais utilizadas, quer para exames rápidos, quer para exames de grande detalhe com procedimentos de coleta de amostras (Foto 340).



Foto 340 - Exame de perfil de solo em barranco de estrada. Capanda (Angola). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Pelas vantagens já mencionadas e por permitir reunir um grande número de pessoas (Foto 341), trabalhando simultaneamente, são preferidos para eventos relacionados com os estudos de solos, como as Reuniões de Classificação e Correlação de Solos - RCCs (item 3.2.5.6.2) e para aulas práticas de classificação de solos em instituições de ensino.



Foto 341 - Utilização de barranco de estrada para exame de perfil, em evento da VI RCC. Tupanciretã (RS). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

Muitas outras formas de aberturas ou cavidades, tais como cavidades de erosão (voçorocas e ravinas), áreas ou caixas de empréstimo de material, poços, canais de irrigação ou drenagem, etc., são também aproveitados.



3.2.6.6.3 Exame em trincheiras - normalmente, para descrições e coleta de amostras, em locais desprovidos de estradas com cortes que possam ser aproveitados, abrem-se trincheiras (Foto 342) especificamente com este propósito (item 1.2.1.1.3).



Foto 342 - Exame de perfil de solo em trincheira. Catumbela (Angola). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

3.2.6.7 Métodos de organização das investigações de campo (direcionamento dos trabalhos)

Os métodos usuais de direcionamento ou de organização dos trabalhos de campo para fins de coleta de dados, descrição de características dos solos e de verificação de limites entre unidades de mapeamento compreendem basicamente: os levantamentos de **áreas-piloto** e as investigações ao longo de **transeções**.

Qualquer destes métodos serve ao propósito fundamental de execução de observações de campo, coleta de amostras e mapeamento dos solos.

3.2.6.7.1 Levantamentos de áreas-piloto - são indicados para mapeamentos de natureza genérica e constam de investigações minuciosas de áreas pequenas, representativas de uma determinada feição fisiográfica, cujos resultados são, posteriormente, extrapolados para o restante da área.

3.2.6.7.2 Método de transeções ou transeptos - consiste em proceder observações a determinados intervalos de tempo ou de espaço ao longo de caminhos escolhidos ou planejados para detectar, além de variações das características dos solos, o máximo de variações da paisagem.

Os transeptos ou transeções podem ser totalmente planejados e construídos através de abertura de picadas ou picadões, podendo ser também parcialmente construídos aproveitando-se os caminhos preexistentes e procedendo-se complementação para áreas de interesse, ou, ainda, podem ser totalmente aproveitados (caminhos preexistentes), desde que contemplem todas as situações ou variações de paisagem presentes, tais como divisores de água (espigões), meias-encostas, fundos de vales, depressões, elevações, topos, padrões de uso distintos, formações florestais distintas, etc.

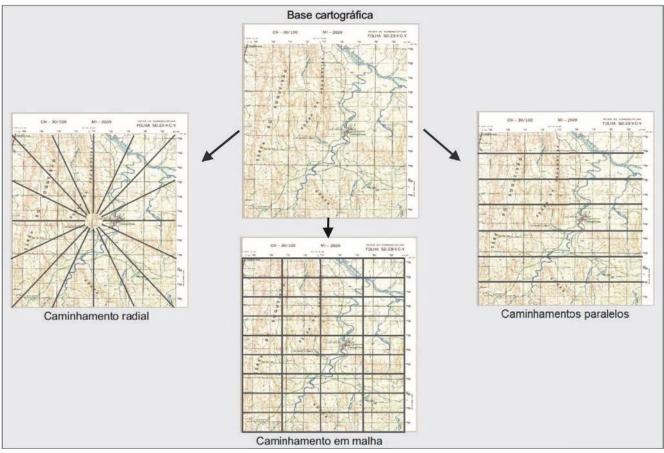
Transeções ou transeptos planejados e construídos - também denominados picadas ou picadões, necessários principalmente em regiões com carência de caminhos e estradas. Importa considerar que a construção de acessos (picadas) vai influenciar a relação custo/benefício final do trabalho.



São mais comumente empregados em projetos que visam o uso intensivo dos solos, quando levantamentos de detalhe são executados. Neste método, as caracterizações se processam a espaços préfixados de modo a formar um reticulado denso (malha) em toda a extensão da área.

A disposição dos transeptos deve ser escolhida em função das características físicas da área e da variação paisagística. Em geral utilizam-se alguns dos padrões de caminhamento, mostrados na Figura 49, que podem ser caracterizados como sistemas de malhas, radiais ou paralelos.

Figura 49 - Exemplo de traçados de caminhamento radial, em malhas e paralelo, elaborados para organizar as ações de investigações de campo



Acervo técnico IBGE

Importante observar que, nestes sistemas, não deve haver rigidez absoluta na localização dos pontos de coleta/observações, podendo o pedólogo de campo proceder a pequenos deslocamentos (malhas flexíveis), visando evitar a coincidência dos mesmos com locais impróprios, tais como córregos, lagos, construções, etc.



O sistema de malhas, com espaçamentos totalmente rígidos, só deve ser aplicado em levantamentos ultradetalhados e mesmo assim em situações específicas, como no caso de áreas de sedimentos recentes, por exemplo.

Este procedimento de investigação, obedecendo a direcionamentos preestabelecidos, quer radiais, quer paralelos, costuma ser empregado em áreas em que não se dispõe de muitas informações anteriores sobre a disposição dos solos.

Transeções ou transeptos preexistentes

Aproveitamento de estradas ou caminhos, com complementação de transeptos em áreas de interesse - em áreas melhor providas de vias de acesso é muito utilizado este recurso, quando é feito o aproveitamento de estradas ou caminhos preexistentes como transeções principais e, quando necessário, programa-se e constroem-se novas transeções complementares, para alcançar os diversos padrões de imagem (variações da paisagem).

Este método é bastante utilizado em levantamentos de solos, desde os mais generalizados (escalas pequenas), que são executados em áreas de grande extensão, até os de nível intermediário e detalhados. Tem a vantagem de ter menores custos pela necessidade de abrir novas transeções apenas em locais específicos de interesse.

Procede-se inicialmente à interpretação preliminar de sensores remotos em escalas compatíveis com o nível do mapeamento desejado e programam-se os trabalhos de campo buscando alcançar e caracterizar cada um dos padrões separados (Figura 50).

Figura 50 - Imagem de satélite com os limites (linha branca) de uma área a ser levantada, com uma interpretação preliminar em vermelho e pontos para investigação de campo locados ao longo de estradas e caminhos (em azul)



Figura extraída da página Google Earth, na Internet, disponível em: http://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>.



Depois de concluída a etapa de investigação de campo, é muito comum proceder à correlação de padrões interpretativos dos sensores empregados e a extrapolação das informações, para fins de atendimento a todos os ambientes previamente separados.

Utilização apenas dos acessos preexistentes - em trabalhos generalizados e de nível intermediário em locais com sistema viário satisfatório é comum se proceder ao trabalho de mapeamento apenas nos caminhos existentes, estendendo-se ao final os limites de unidades através de interpretação de sensores remotos (Figura 51).

Figura 51 - Etapas da delimitação das unidades de mapeamento:
Passo 1 = proceder à locação das estradas ou caminhos existentes;
Passo 2 = após o reconhecimento dos solos em campo, fazer a separação dos padrões;
Passo 3 = proceder à complementação do delineamento das unidades de mapeamento, estendendo as delimitações ao longo das estradas para as áreas não visitadas

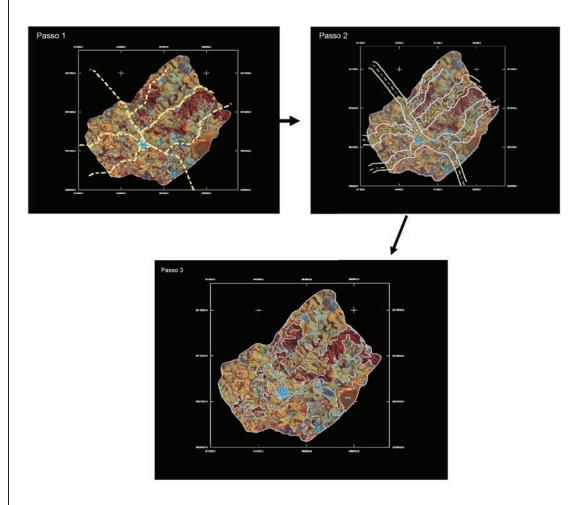


Imagem extraída da página da Divisão de Geração de Imagens - DGI, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, na Internet, disponível em: http://www.dgi.inpe.br/>.



3.2.6.8 O processo de mapeamento em campo (identificação e estabelecimento de limites de unidades)

Depois de definidos os meios ou formas de investigação (item 3.2.6.7) e tomandose como orientação a interpretação preliminar (item 3.2.6.2), iniciam-se as ações de campo. Tais ações dependem muito da região em estudo, do arranjamento dos solos e de sua relação com os componentes ambientais associados em cada local. Como o solo depende em sua gênese de alguns fatores ambientais, o primeiro passo é atentar para a variação destes fatores. Assim, mudanças nos tipos ou formas de relevo, tipos de vegetação, tipos de substrato rochoso e posição na paisagem, são fatores que quase sempre determinam mudanças de solos e, quando variam, deve-se investigar se concomitantemente houve variação nos tipos de solos ou em algumas de suas características.

Um dos critérios comumente empregados é conhecido como prospecção ao longo de **topossequências** onde os solos e suas variações são correlacionados com as superfícies geomórficas em que ocorrem dentro dos transeptos escolhidos. Por esse método, é possível estabelecer correlações entre classes de solos e características destes como textura, drenagem, profundidade, declive, comprimento ou formas pendentes e a posição dos solos em relação às encostas. Esta ação possibilitará expandir ou extrapolar as informações para áreas adjacentes com base nas relações estabelecidas, construindo-se assim o mapa de solos.

Outro critério muito empregado é também conhecido como método do **caminhamento livre**, onde os pedólogos usam a própria experiência, o conhecimento sobre a área, a fotointerpretação e as correlações para definir os pontos de interesse para observação e amostragem, também dentro dos transeptos escolhidos. Este método requer a existência de material cartográfico, imagens de radar, ou de satélites, ou fotografias aéreas em escalas compatíveis.

Em resumo, as observações dentro dos transeptos podem ser efetuadas a intervalos regulares (malhas ou pontos), por topossequência, ou sempre que se percebam mudanças de classes de solos ou de características importantes (caminhamento livre).

No processo de mapeamento em campo, de uma maneira geral, quer com deslocamento a pé em levantamentos detalhados, quer com deslocamento motorizado em levantamentos mais generalizados, o pedólogo deve estar atento tanto às diferenças claras quanto às muito sutis, entre sistemas de drenagem (se mais ou menos densos, mais ou menos retilíneos, mais ou menos compridos), desníveis do terreno, posição na paisagem (depressão, encosta, topo), vegetação natural, indicativos superficiais de mudanças de cor em formigueiros, cupinzeiros, material de solo exposto por raízes de árvores caídas, drenagem do terreno, relevo e declive local, concavidade ou convexidade das superfícies, etc (item 3.2.6.11).

Muitos limites entre unidades de solos são claramente perceptíveis e facilmente delimitáveis em mapas com o auxílio de imagens de sensores remotos, tais como bordos de platôs, morros, colinas, várzeas, entretanto, alguns outros são de mais difícil percepção e, nestes casos, os pedólogos têm que estabelecer em campo os critérios



para sua separação, buscando elementos que sejam perceptíveis em imagens ou, em última instância, aumentando-se as investigações de campo (geralmente por meio de tradagens) até conseguirem demarcar o seu traçado.

Qualquer que seja o método de prospecção escolhido, ao longo dos acessos (transeptos), as ocorrências de solos detectadas devem ter seu início e fim marcados sobre a imagem de sensor utilizada (com auxílio de GPS). Procura-se, então, associar a ocorrência de solo ao ambiente físico local e este ao padrão da imagem de sensor remoto utilizado. O padrão de imagem será a base para a delimitação dos contornos das unidades de mapeamento.

Há situações que não se consegue a completa separação e, mesmo em levantamento de grandes detalhes, deve-se formar a legenda como unidade de mapeamento composta.

3.2.6.9 Densidade de observações

Em trabalhos de mapeamento de solos, **observações** são exames de perfis de solos, elaborados durante os trabalhos de campo em barrancos de estrada, mini-trincheiras ou tradagens (item 1.1.3), que têm por objetivo identificar e verificar a extensão territorial de tipos de solos ou variações deles.

A densidade de observações é função do maior ou menor grau de heterogeneidade da área de trabalho, da escala final do mapa de solos, dos objetivos do levantamento e da fotointerpretação do material básico, além da experiência de campo e do conhecimento prévio da área por parte da equipe executora. Assim, é permitida certa flexibilidade quanto à densidade de observações, ficando a critério do responsável pelo levantamento a decisão.

A densidade de observações diz respeito ao número de exames visuais por área mapeada. É função do nível de levantamento, da escala de publicação e da heterogeneidade da área.

Com base na experiência em diversos tipos de levantamentos executados no Brasil, recomenda-se observar as seguintes faixas de observações por área:

Detalhado - 0,20 - 4 observações/ha;

Semidetalhado - 0,02 - 0,20 observações/ha;

Reconhecimento - 0,04 - 2,00 observações/km²;

Exploratório - < 0,04 observações/km²; e

Esquemático - sem especificação.

O Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação - SiBCTI da EMBRAPA Solos (AMARAL, 2011) sugere para levantamentos de solos visando à agricultura irrigada, densidade de observações de 0,05 a 0,50 por hectare, dependendo do nível de detalhe e da escala do mapa. Considerando mapa na escala de 1:10 000, em caso de área homogênea em termos de variabilidade de solos, a densidade poderá ser em torno de 0,05 e no caso de áreas muito heterogêneas poderá chegar a cinco observações por hectare.



Geralmente, as interpretações criteriosas de produtos de sensores remotos reduzem significativamente a densidade de observações, da mesma forma que as interpretações e correlações de dados do meio físico.

A utilização de recursos de geoprocessamento, técnicas de geoestatística, sistemas geográficos e o georreferenciamento de dados podem ampliar as alternativas de mapeamento de campo, com redução de tempo de execução, densidade de observações e frequência de amostragem.

É importante que o pedólogo executor, ao término de suas atividades de campo, tenha convicção de que o número de observações realizadas foi suficiente para definir satisfatoriamente o arranjamento e distribuição dos solos de acordo com o nível do levantamento executado.

3.2.6.10 Frequência de amostragem

Refere-se ao número de perfis e amostras extras, descritos e coletados em um levantamento de solos, visando à caracterização física, química e mineralógica dos solos identificados na área em estudo.

A frequência de amostragem é função de: tipo (nível) do levantamento; objetivos; escala de publicação; grau de heterogeneidade da área de trabalho; e da constituição das unidades de mapeamento, conforme especificações constantes no Quadro 22 (item 3.2.5.5).

Para os diversos tipos de levantamentos, a amostragem de solos deve ser suficiente para definir as unidades de mapeamento e, adicionalmente, possibilitar a estimativa das amplitudes de variação das características diferenciais de unidades taxonômicas.

Na medida em que se aumenta a escala de trabalho, e consequentemente se aumenta o grau de detalhamento dos levantamentos de solos, quase sempre, se passa a individualizar mais os solos do ponto de vista cartográfico e se estabelecer uma caracterização mais minuciosa dos mesmos, utilizando-se, então, os níveis categóricos mais inferiores dos sistemas de classificação, que geralmente são mais dependentes de caracterização analítica. É natural que nestes níveis trabalhe-se, portanto, com uma amostragem muito mais densa que nos levantamentos de menor detalhe. Portanto, levantamentos de solos devem ter relação estreita entre a densidade de amostragem e o seu nível de detalhe.

Pelo fato de além do nível de detalhamento, outros fatores também influenciarem o número final de amostras, principalmente a complexidade de ocorrência dos solos em cada região, torna-se difícil estabelecer parâmetros rígidos por nível de levantamento.

Algumas instituições brasileiras que contratam serviços de mapeamentos de solos com o intuito de subsidiar a elaboração de projetos agrícolas, principalmente projetos com uso de irrigação, estipulam o número e tipo de amostras a serem realizadas em cada projeto, nas respectivas especificações técnicas dos serviços, independentemente das peculiaridades de cada local. Tais números são invariavelmente importados de sistemas internacionais e muitas vezes estão totalmente desconectados da realidade local, quase sempre muito acima da necessidade.



Entretanto, no planejamento dos trabalhos, recomenda-se observar as indicações constantes do Quadro 22 (item 3.2.5.5). No cômputo final da amostragem a ser realizada em cada trabalho, é importante considerar também a amostragem e o conhecimento preexistentes.

Visando uma orientação geral para efeito de planejamento, abaixo são transcritos resultados do trabalho de Rios (2006), que estudou características de amostragem de vários levantamentos de solos elaborados no Brasil por instituições oficiais e verificou os seguintes quantitativos:

1) **levantamentos generalizados** (escalas ao redor de 1:1 000 000) - um perfil completo para cada 2 226km² (com variações entre 1: 4 502km² e 1:1 043km²);

Observou-se, também, um quantitativo médio de um perfil completo mais um ponto de Amostra Extra para 1 305km² (com variações entre 1:2 378 km² e 1:856 km²);

2) **levantamentos de nível intermediário** (com escalas entre 1:100 000 e 1:50 000) - um perfil completo para cada 14 513ha (com variações entre 1:28 988ha e 1:2 027ha); e

Observou-se, também, para esta categoria um quantitativo médio de um perfil completo mais um ponto de Amostra Extra para cada 6 193ha (com variações entre 1:17 393ha e 1:1 193ha).

3) **levantamentos detalhados** (com escalas entre 1:4 000 e 1:10 000) - um perfil completo para cada 53ha (com variações entre 1:85ha e 1:27ha).

Observou-se, também, para esta categoria um quantitativo médio de um perfil completo mais um ponto de Amostra Extra para cada 29ha (com variações entre 1:49ha e 1:21ha).

Observação: pelo fato de os levantamentos consultados, em nível detalhado, terem sido realizados apenas na Região Centro-Oeste, os valores observados podem ser referência apenas para trabalhos nesta região.

3.2.6.11 Informações adicionais que podem auxiliar os trabalhos de mapeamento

O trabalho de mapeamento de solos é também grandemente auxiliado por correlações de tipos de solos com algumas feições ambientais ou particularidades dos terrenos. Assim, a prática do mapeamento de solos no campo leva os pedólogos a observarem uma série de detalhes com relação ao ambiente, que auxiliam o ato de mapear, estabelecer limites de solos, etc.

Geralmente, tais detalhes se tratam de particularidades do ambiente que refletem uma condição local climática ou de qualquer outra natureza, que condiciona ou está condicionada pelos tipos de solos locais ou características deles.

Estes detalhes algumas vezes são representados por feições ambientais, tais como ocorrência de murundus, microrrelevos, formações vegetais, cor de água de cursos d'água, etc., e outras vezes são particularidades dos terrenos e solos e, principalmente, por presença de espécies vegetais (plantas) indicadoras. Algumas destas particularidades/situações são mostradas a seguir:



3.2.6.11.1 Feições ambientais

- Na região Central do Brasil ou mais especificamente na região dos Cerrados, a ocorrência de determinados tipos de murundus (também conhecidos regionalmente como covós ou covoás, murunduns, morundus ou ainda mondurus, entre outras denominações), invariavelmente indicam ocorrência de solos portadores de plintita ou petroplintita, pelo menos em sua parte inferior, restringindo a drenagem interna. São muito comuns nas planícies do Pantanal Mato-grossense, Depressão de Guaporé e Planície do Araguaia, além de ocorrências pontuais em chapadões e planaltos, como no Planalto do Distrito Federal, Chapada dos Parecis (Foto 227, item 2.2.1.6.3) e Chapada dos Guimarães.

Importante observar que ocorrem em outras regiões outros tipos de murundus, não associados a esta situação, verificados sobre solos de melhor drenagem (Fotos 228 e 229, item 2.2.1.6.3).

- A presença de dolinas (Foto 230, item 2.2.1.6.3) em dada região, indica que a mesma tem calcário no subsolo e pode ter solos bastante influenciados por este material.
- De maneira análoga, a presença de microrrelevo do tipo "gilgai" (Foto 226, item 2.2.1.6.3) evidencia presença de solos de grande expansibilidade, ou seja, solos dotados de argilas do tipo 2:1, principalmente Vertissolos.
- Lagoas de águas salinas denotam problemas de salinidade em solos da região. Na região da Nhecolândia, Pantanal Mato-grossense, costumam apresentar formas arredondadas ou ovais e possuem, em geral, uma faixa de praia em seu contorno, bem visível no período seco (Foto 343).



Foto 343 - Baía salina. Pantanal da Nhecolândia (MS). Foto extraída de Couto e Oliveira (2011).

- Áreas com ocorrência de vegetação de pequeno e médio porte e geralmente com espécies com caules de diâmetro fino (Foto 344) em ambientes de floresta, como, por exemplo, Campinaranas (falsas campinas), Campos Cerrados, e "Carrascos" no ambiente da Floresta Amazônica, "Mussunungas" no ambiente de Mata Atlântica, na região conhecida como "Tabuleiros Costeiros", e outras tipologias vegetais semelhantes, estão quase sempre associadas à presença de solos mais fracos, ou de menor potencialidade agrícola que os solos circunvizinhos. Dentre eles, são comuns os Espodossolos, Neossolos Quartzarênicos e Plintossolos de textura arenosa/média.
- Em regiões costeiras, particularmente em locais onde a massa de água costeira tem ligação com o mar, através da ação das marés (a água do mar mistura-se com a água doce da drenagem continental), formam-se feições ambientais características, comumente denominadas Manguezais e Apicuns (Foto 345).

Os apicuns são desenvolvidos em áreas planas de ambientes costeiros com elevada salinidade, sem vegetação, via de regra vinculados aos manguezais.



Foto 344 - Mussununga. Litoral Nordestino. Foto extraída da página Ligia Tavares, na Internet, disponível em: http://www.ligiatavares.com>.



Foto 345 - Vista de uma área de manguezal, junto a Apicum. Rio Gramame, litoral da Paraíba. Foto extraída da página Ligia Tavares, na Internet, disponível em: http://www.ligiatavares.com>.

Os solos que ocorrem nestes ambientes estão representados predominantemente pelos Gleissolos Tiomórficos, que em muitos mapas são caracterizados ou distinguidos como tipos de terrenos "Solos Indiscriminados de Mangue":

- Rios e córregos de água escura (cor de "coca-cola" ou "café") em área de solos arenosos (Foto 346), muito comuns nas regiões Amazônica (bacia do rio Negro) e litorânea, são indicativos de ocorrência de Espodossolos (Foto 347).



Foto 346 - Aspecto de córrego com água escura, cor de "coca-cola". Cruzeiro do Sul (AC). Foto: Maria Eloisa Cardoso da Rosa.



Foto 347 - Exposição de horizonte espódico por erosão em leito de estrada. Área de Campinarana. Cruzeiro do Sul (AC). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



- As superfícies elevadas, denominadas regionalmente "Chapadões" na região Central do Brasil, e as denominadas "Chapadas" em outras regiões, com relevo aplanado, são constituídas basicamente por Latossolos.

Em algumas regiões costeiras e mesmo interioranas, sob influência de ação eólica, ocorrem ambientes com ondulações do relevo (Dunas), essencialmente formadas por grãos de areia (com predomínio de quartzo).

Dunas descobertas ou desprovidas de cobertura vegetal estão sujeitas à movimentação e mudanças de tamanho, pela ação do vento. Neste caso, não se verifica nenhum tipo de desenvolvimento do solo, sendo o local considerado "tipo de terreno". Quando estabilizadas, depois de instaladas algumas espécies vegetais, é comum processo pedogenético incipiente, quase sempre expresso pela presença de horizonte A, caracterizando a classe Neossolo Quartzarênico Órtico, conforme o SiBCS (Foto 348).



Foto 348 - Dunas móveis sem vegetação (a e b) e fixas ou estabilizadas recobertas por vegetação (a e c). Margem do rio São Francisco (BA). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

 Regiões de relevo acidentado, ou com sistema de drenagem muito denso, não são favoráveis ao desenvolvimento de Latossolos. Geralmente, são ocupadas por solos mais jovens e/ou com drenagem restrita, respectivamente. Os Latossolos, na maior parte das vezes, ocupam as posições de interflúvios mais amplos e mais aplanados.



3.2.6.11.2 Particularidades dos terrenos e solos

- a Áreas de Organossolos
 - Quando se pisa firmemente ou se pula sobre a superfície, toda a massa de solo nas proximidades vibra. É uma de suas características indicativas no campo.
 - Em condições naturais, estes solos não oferecem resistência quando se introduz uma vara ou haste fina (menor ou igual a 5cm de diâmetro), até a profundidade da camada mineral.
 - Visando uma estimativa rápida do conteúdo de material fibroso destes solos em campo, espreme-se uma quantidade de material nas mãos, sendo que o material mais grosseiro (fíbrico) fica em sua maior parte retido, enquanto o material mais decomposto (sáprico) escorre por entre os dedos.

Observação: As características acima são utilizadas para auxiliar a identificação destes solos em campo.

- b Áreas de Latossolos Vermelhos perférricos e férricos
 - Têm como característica distintiva auxiliar em campo, considerável atração pelo ímã (magneto).
 - Por serem originados de rochas básicas, é comum a presença de "limalhas de ferro" (de cor escura e com razoável atração pelo ímã) sobre estradas e sulcos, por onde a água superficial escoa (Foto 349).



Foto 349 - Limalhas de ferro na superfície do terreno. Ceres (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

c - Áreas de solos com argilas de "alta capacidade de expansão e contração" (Vertissolos)

É comum a presença de "fendas" ou "rachaduras" na superfície (Foto 350) e no perfil dos solos, e, também, no caso de superfícies aplanadas, pode ocorrer a formação do microrrelevo do tipo gilgai (Foto 226, item 2.2.1.6.3). Ambos são consequência de movimentações na massa do solo, devido à atividade das argilas.



Foto 350 - Fendas na superfície de VERTISSOLO. Icó (CE). Foto: Glailson Barreto Silva.

Outro fato, que chama a atenção em áreas destes solos, é o desalinhamento de cercas (Foto 351) e postes (Foto 352), quando existentes no local, também por movimentação da massa do solo.



Foto 351 - Desalinhamento de mourões de cerca em área de VERTISSOLO. Petrolina (PE). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.



Foto 352 - Desalinhamento de postes em área de solos com argila expansiva. Uruguaiana (RS). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.

d - Áreas com presença de pavimento desértico

Denominação dada a áreas com camada de cascalhos ou de pedras em grande quantidade (material grosseiro que permanece na superfície do terreno após a remoção do material fino por erosão, no decorrer do tempo).

Indicativo de climas atuais ou pretéritos secos. No Brasil é presença comum em solos da região semiárida nordestina (Foto 353), tais como Luvissolos Crômicos e Neossolos Litólicos, dentre outros.



Foto 353 - Aspecto de pavimento desértico. Cabrobó (PE). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.

e - Em áreas de solos com elevados teores de sódio

Os barrancos de estrada apresentam certas peculiaridades, devido ao tipo de estrutura característico do seu horizonte B (tipo colunar). A drenagem diferenciada entre os horizontes superficiais e subsuperficiais dos mesmos condiciona a perda do horizonte superficial por erosão diferencial, expondo o topo das estruturas prismáticas colunares, dando-lhes então uma aparência característica (Fotos 51 e 52 do item 1.1.6.5.1 e Foto 354).



f - Ombreiras

Em algumas áreas de solos com B textural de textura argilosa, com estrutura bem desenvolvida em blocos e/ou prismática e considerável diferença textural para o horizonte A, é comum a ocorrência de pequenas saliências no perfil do solo, na altura do(s) horizonte(s) superficial(is), denominadas por alguns pedólogos como "ombreiras", consequência de erosão incidente nos cortes ou barrancos de estrada relativamente antigos (Foto 355).



Foto 354 - Aspecto de erosão em barranco em área de PLANOSSOLO NÁTRICO. Belém do São Francisco (PE). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 355 - Ombreira. Tarauacá (AC). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

g - Cheiro de "ovo podre"

Em áreas alagadas, sobretudo litorâneas, o odor de "ovo podre", proveniente do gás sulfídrico liberado, é indicativo de presença de solos com tiomorfismo (Gleissolos, Organossolos, etc.).

h - Barranco arenoso característico

Em áreas com ocorrência de solos muito arenosos do tipo Neossolo Quartzarênico Órtico, barrancos antigos expostos costumam apresentar um aspecto característico com formação de um arranjamento tipo inúmeras pequenas torres ou pequenas colunas pontiagudas (Foto 356), associado à erosão promovida pelo escoamento da água no barranco arenoso.



Foto 356 - Barranco exposto em área de NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico. Comodoro (MT). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



i - Saia de barranco

Nas áreas de ocorrência de solos Brunos do Sul do Brasil, solos que apresentam o caráter retrátil (item 2.2.1.1.21), ou seja, solos em que as paredes dos barrancos expostos se fendilham, é comum a formação de uma "zona" de acumulação na parte inferior destes barrancos denominada "saia" ou "saia de barranco" (Foto 357), visto que quando o barranco é observado lateralmente esta "zona" lembra uma saia (peça do vestuário feminino).



Foto 357 - Barranco de estrada em área de NITOSSOLO BRUNO, mostrando a "saia do barranco". Curitibanos (SC). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.

3.2.6.12 Espécies vegetais indicadoras

Particularidades de solos, principalmente ligadas à umidade e condições químicas, são muitas vezes indicadas pela ocorrência preferencial de algumas espécies vegetais e, que em razão disto, são elementos de grande apoio nos trabalhos de mapeamento. Tais espécies têm sido, comumente, denominadas "plantas indicadoras".

Os quadros a seguir (Quadros 23 e 24) relacionam algumas dessas espécies, mencionando-se juntamente os ambientes ou características dos solos a elas associados e, em seguida, são mostradas fotos de algumas das consideradas mais importantes ou mais comuns (Fotos de 358 a 370).



Quadro 23 - Principais plantas indicadoras endêmicas no Brasil

Nome vulgar	Nome científico	Regiões de maior ocorrência	Ambientes e/ou solos associados
Açaí	Euterpe oleracea	Centro-Oeste e Região Amazônica	. Solos Hidromórficos em geral (Várzeas, Veredas). . Ambientes de elevada umidade, geralmente planícies de inundação de rios e córregos (Florestas-de-galeria e Aluviais)
Bacuri (acuri-uricuri)	(acuri-uricuri) phalerata Amazônia, Sudeste		Principalmente solos férteis - Floresta Esporadicamente solos pobres e úmidos - Várzeas
Buriti	Mauritia flexuosa	Centro-Oeste, Norte, Meio-Norte e Sudeste (São Paulo)	. Solos Hidromórficos em geral (Várzeas, Veredas). . Ambientes de elevada umidade, geralmente planícies de inundação de rios e córregos (Florestas-de-galeria e Aluviais)
Capim redondo	Rinchostora globosa (Ciperácea)	Centro-Oeste - Norte - Nordeste	Ambientes de grande umidade (veredas tropicais) Solos Hidromórficos
Carnaúba	Copernicia prunifera	Região semi-árida, Nordeste	Áreas de acumulação de água, com ocorrências de solos salinos e sódicos (PLANOSSOLOS NÁTRICOS e outros)
Carandá	Copernicia alba	Pantanal Mato-grossense Chacos do Paraguai, Bolívia e Argentina	Áreas de acumulação de água, com ocorrências de solos salinos e sódicos (PLANOSSOLOS NÁTRICOS e outros)
Pinhão (pinhá)	Jatropa (?) Jatropha curcas	Região semi-árida, Nordeste.	Solos constituídos de argila de atividade alta (VERTISSOLOS, etc.).
Barriguda	Cavanillesia arbórea	Região Semi-árida, Nordeste.	Solos eutróficos de áreas calcárias
Barriguda (Paineira)	Chorisia speciosa	Centro-Oeste	Solos férteis em geral de planícies aluviais e fundos de vales
Salicórnia (planta ras- teira)	Salicornia sp.	Centro-Oeste e Nordeste	Solos salinos
Aninga (arbusto)	Montricardia sp.	Região Amazônica e região costeira úmida do Nordeste	Solos Hidromórficos com matéria orgânica elevada (ORGANOSSOLOS, GLEISSOLOS)
Jequitibá	Cariniana strelensis	Centro-Oeste e Sudeste	Solos férteis - Floresta Estacional Semidecidual
Aroeira	Myracrodruon urundeuva	Centro-Oeste e Nordeste	Solos férteis - Floresta Estacional Decidual
Lixia	Aloysia virgata	Vários estados do Centro-Oeste	Solos férteis - Floresta Estacional Semidecidual
Jaracatiá	Jaracatia spinosa	Centro-Oeste e Sudeste	Solos férteis (regulares) – Floresta Estacional Semidecidual
lpê tabaco, ipê-una	Zeyheria tuberculosa	Sudeste e Sul	Solos de média a alta fertilidade - Floresta Atlântica e Estacional Semidecidual
Pau d'alho	Galesia gorosema	Centro-Oeste, Sudeste e parte da Amazônia	Solos de média a alta fertilidade. Bem drenados.
Pau d'alho	Goldmania paraguensis	Pantanal Mato-grossense (Chaco)	Solos alcalinos (sódicos e solódicos)

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

			, .	
()uadro	74.	- Princinai	s esnecies	invasoras

Nome vulgar	Nome científico	Ambientes e/ou solos associados	
Samambaia de tapera	Pteridium aquilinum	Solos ácidos ou com altos teores de alumínio	
Sapé-macho/mãe de sapé	Solidago microglossis	Solos ácidos	
Capim barba de bode	Aristida palens	Solos pobres em P, Ca e K (ácidos)	
Sapé	Imperata exaltata	Solos ácidos	
Taboca	Bambusa trinii	Solos pobres	
Tiririca ou capim-dandá	Cyperus rotundus	Solos ácidos, adensados e temporariamente encharcados (baixos teores de magnésio)	
Capim rabo de burro	Andropogon bicornis	Solos ácidos e com água no subsolo (?)	
Capim carrapicho ou amoroso	Cenchrus echinatus	Áreas agrícolas e pastagens muito degradadas (erodidas e compactadas)	
Maria mole ou berneira	Senecio brasiliensis	Indica camada compactada internamente, em solos de pastagem	
Caruru	Amarantus Retroflexus	Quando aparece indica terras com boa fertilidade e bem estruturadas	
Beldroega	Portulaca Oleracea	Quando aparece indica terras com boa fertilidade e bem estruturadas	
Capim rabo de raposa	Setania geniculata	Solos pobres e compactados	
Dente-de-leão	Taraxum officinalis	Áreas de pastagens com presença de boro no subsolo	

Fonte: Oliveira Júnior, R. S. de; Constantin, J. (Coord.). Plantas daninhas e seu manejo. Guaíba: Agropecuária, 2001.

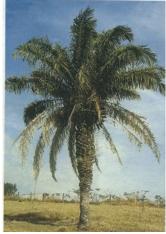


Foto 358 - Palmeira bacuri - Attalea phalerata. Foto extraída de Lorenzi e outros (1996).



Foto 359 - Palmeira bacuri - Attalea phalerata. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 360 - Palmeira buriti - *Mauritia flexuosa*. Foto extraída de Lorenzi e outros (1996).



Foto 362 - Palmeira carandá - *Copernicia alba*. Foto extraída de Lorenzi e outros (1996).)



Foto 364 - Palmeira carnaúba - Copernicia prunifera. Foto extraída de Lorenzi e outros (1996).



Foto 361 - Palmeiras buriti - *Mauritia flexuosa*. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira



Foto 363 - Palmeiras carandá *- Copernícia alba.* Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 365 - Palmeiras açaí - *Euterpe* oleracea. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 366 - Aroeira - *Miracrodruon urundeuva*. Foto extraída de Lorenzi (1998).



Foto 368 - Ipê Tabaco - *Zeyheria tuberculosa*. Foto extraída de Lorenzi (1998).



Foto 367 - Barriguda - *Cavanillesia arbórea*. Foto extraída de Lorenzi (1998).

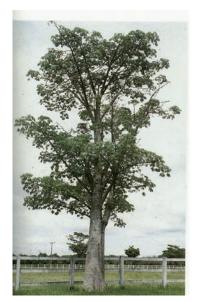


Foto 369 - Jaracatiá - *Jaracatia spinosa.* Foto extraída de Lorenzi (1998).



Foto 370 - Lixa - *Aloysia virgata*. Foto extraída de Lorenzi (1998).



3.2.6.13 Elaboração do mapa/carta final de solos

Depois de concluído o mapeamento de campo, os esboços elaborados (folhas de campo) são transferidos para bases cartográficas na forma impressa, ou digitalizados para processamento em sistemas geográficos de informação.

Nesta etapa, são efetuados os ajustes, generalizações e reduções, compatíveis com o grau de pormenorização do mapeamento de campo, procedendo-se da melhor forma possível, para evitar a perda de informações geradas durante o trabalho de campo, quando da compilação do mapa final de solos.

As bases finais dos mapas/cartas de solos devem ser, necessariamente, georreferenciadas, com paralelos e meridianos ou referências ao sistema Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM e altitudes em pontos importantes.

Finalmente, na apresentação final, é efetuada a distribuição mais conveniente dos espaços para títulos, ano de publicação, instituições envolvidas, escalas, legendas de identificação, margens, procedência da base original, execução cartográfica, localização geográfica da área de trabalho, convenções cartográficas e outras informações necessárias ao enriquecimento visual do mapa.

Embora não se possa ter muita rigidez com relação a estas normas, em razão da disponibilidade de espaço que normalmente é pequena, algumas condições devem ser observadas:

- o tipo de mapa/carta e a área contemplada, junto à escala e ao ano de publicação, devem ocupar posição de destaque no arranjamento final, de forma que sejam prontamente visualizados. Preferencialmente, devem ocupar a parte superior do mapa;
- a legenda de identificação das unidades de mapeamento é a segunda informação em ordem de importância no contexto de um mapa/carta de solos, logo deve aparecer em condição que possibilite a sua fácil leitura e entendimento. Preferencialmente, deve ocupar o lado direito do mapa/carta e preceder as convenções cartográficas;
- após a transcrição da legenda, poderão ser relacionadas com as notas que se fizerem necessárias para explicações de seu conteúdo;
- o nome da instituição/empresa executora deve constar no mapa/carta em posição que possibilite a sua fácil identificação. Normalmente, tem sido colocada no canto superior esquerdo do mapa, com letras de menor destaque que o título;
- demais informações como, notas, sensores utilizados, base cartográfica, época de execução dos trabalhos de campo, mapa de localização, convênios, etc., normalmente são posicionados na parte inferior do mapa/carta, com menor destaque que as informações anteriores; e
- é de grande valor informativo assinalar nos mapas/cartas de solos os locais de coleta da amostragem realizada. Tal informação é muito importante tanto por possibilitar uma mais rápida associação das informações contidas na descrição das unidades de mapeamento com as características dos pontos amostrados, quanto por facilitar a correlação entre padrões de imagens de sensores remotos e tipos de solos ou características deles, além de também facilitar a interpretação dos mapas/cartas de solos para estudos e correlações interdisciplinares.

Convenções adicionais

É indispensável que os mapas/cartas de solos, em vias de publicação ou apresentação final, contenham referências geográficas e culturais, que permitam a localização precisa, quando da consulta e do uso dos mesmos, desde que não venham a comprometer a compreensão do tema.

Entre estas referências, são consideradas mais importantes, em todos os níveis de levantamentos, as rodovias de modo geral, ferrovias, linhas de transmissão, rede de drenagem (rios, riachos, córregos), lagoas, cidades, vilas e povoados com toponímia local, campos de pouso, terrenos sujeitos a inundação, brejos, pântanos e mangues.

Os símbolos de identificação das unidades de mapeamento são constituídos por letras ou letras e números, que deverão ser plotados nos polígonos representativos das unidades de mapeamento, distribuídos, espacial e quantitativamente, de acordo com as dimensões destes polígonos, cuidando-se para evitar excessos ou escassez.

Os mapas de solos, sempre que possível, deverão ser coloridos, respeitando-se as cores estabelecidas para cada subordem do SiBCS, constantes em tabela específica (Figura 52) mostrada no item 3.2.6.18.

Os pontos de amostragem deverão ser plotados no mapa mediante uso das convenções estabelecidas no Quadro 25. A numeração de campo poderá, a critério do responsável técnico, ser alterada em função de seu posicionamento no mapa/carta ou em função da ordenação das classes de solos.

Quadro 25 - Convenções para plotagem (locação) das formas de caracterização dos solos nos mapas

Formas de caracterização	Perfil Completo	Amostra Extra	Amostra para fins de Fertilidade
Símbolos no mapa	•	A	•

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

Os cálculos de área das unidades de mapeamento poderão ser feitos sobre o mapa/ carta de solos, preferencialmente em meio digital através de *softwares* adequados, ou com o uso de planímetro, quando para cada polígono deverão ser feitas três leituras, cuja média aritmética representará a área final. A unidade de área poderá ser "hectare" ou "km²".

3.2.6.14 Relatório final

O relatório constitui parte indispensável de um levantamento de solos. Nele, deverão estar relatadas informações sobre os dados cartográficos constantes no mapa/carta, bem como aspectos inerentes às múltiplas características do meio ambiente. A abrangência de um relatório de solos poderá variar com o nível de levantamento pedológico. Assim, nos levantamentos menos generalizados, o volume de informações é maior e, consequentemente, seu texto explicativo (relatório) apresenta-se mais enriquecido.



Os relatórios finais de levantamentos pedológicos devem abordar, necessariamente, os aspectos:

- a) descrição geral de características do meio físico, que têm relações com a formação e o uso do solo, compreendendo geologia, relevo, vegetação, clima e hidrografia;
- b) caracterização, descrição e classificação dos solos em sistema taxonômico oficial e de acordo com nomenclatura padronizada;
- c) descrição dos procedimentos metodológicos; e
- d) considerações gerais sobre importância e potencialidade dos solos, extensão e ocorrência das unidades de mapeamento.

Existem amplas possibilidades de formas e estilos de apresentação de relatórios finais, desde os mais simples, para usuários específicos, até os mais complexos. Usuários em geral, são interessados nas interpretações de propriedades dos solos, em recomendações práticas e em indicações do melhor uso do solo. Como regra geral recomenda-se:

- 1) não são necessárias as dissertações e interpretações sobre pedogênese e processos de formação dos solos. Informações desta natureza são comumente procuradas por professores, pesquisadores e estudantes de pós-graduação, que preferem extrair suas próprias conclusões com base nos dados apresentados;
- 2) a base de dados para outras interpretações que não constem do relatório final, consiste em descrições morfológicas e boletins de resultados analíticos (físicos, químicos e mineralógicos). No caso de relatórios de levantamentos semidetalhados e detalhados, devem constar, além das análises básicas, testes e análises específicas, de acordo com a demanda de cada projeto;
- 3) as descrições das unidades de mapeamento devem ser sucintas, com o suficiente para identificá-las e distingui-las de outras unidades;
- 4) tabelas, gráficos, fotografias, esquemas e desenhos valorizam o relatório pela possibilidade de síntese que apresentam;
- 5) apresentação de informações relativas às qualidades e limitações de uso dos solos, como fertilidade natural, susceptibilidade à erosão, condições de drenagem, relevo, impedimentos à mecanização e excesso ou deficiência de água são recomendadas;
- 6) a descrição geral do meio físico deve fornecer subsídios para a interpretação de uso potencial dos solos, compreendendo dados climáticos, topografia, condições hídricas e tipos de cobertura vegetal nativa para estimativa dos regimes hídricos e térmicos; e
- 7) especialmente para planejamento é muito útil apresentar a respeito da extensão das unidades de mapeamento e seus respectivos percentuais em relação à área total. Um glossário para definição de termos pouco comuns, a estimativa do percentual de ocorrência de determinados solos em unidades de mapeamento e uma conclusão geral (resumo) sobre limitações e potencialidades da área levantada são recomendados.

Para fins de orientação, serão enfatizados a seguir alguns itens básicos:

- Sumário: listagem compacta dos compartimentos do relatório, hierarquizados, ordenados e com respectiva paginação. Devem constar também todos os anexos e relações de quadros e ilustrações, além da relação da amostragem realizada;
- **Resumo**: texto sucinto comentando os principais aspectos do trabalho, incluindo parte introdutória, importância, métodos e resultados;



- Abstract: constitui a versão do resumo em língua inglesa. Geralmente só elaborado para atender a demandas editoriais ou acadêmicas;
- Introdução: comentário sucinto sobre o tipo de estudo desenvolvido; área abrangida (localização geográfica e extensão territorial); motivação e particularidades do trabalho; alguns resultados alcançados, etc. Destacar também, quando houver, a participação de outras instituições na execução do trabalho;
- Caracterização geral da área: este item deve contemplar, principalmente, as seguintes abordagens: descrição mais detalhada sobre a localização da área mapeada; região, estado(s) e município(s) abrangidos; infraestrutura viária; economia da região; principais usos da terra (agricultura, pecuária, etc.); hidrografia; considerações generalizadas sobre geologia, geomorfologia, vegetação e clima;
- Metodologia do levantamento: neste item deverão estar descritas as diferentes etapas de trabalho desenvolvidas durante o mapeamento. Estas, normalmente, compreendem: trabalhos de escritório; trabalhos de campo e análises de laboratório (análises físicas; análises químicas; análises mineralógicas e análises para avaliação da fertilidade dos solos para fins de levantamento); e
- Solos: item em que deverão ser comentadas as principais características das classes de solos, identificadas em níveis significativos (dominantes e subdominantes) e que constituem as unidades de mapeamento. Aspectos de vegetação, relevo, material de origem, possibilidades de utilização agrícola (características favoráveis e limitantes), áreas e percentuais de ocorrência, bem como distribuição e localização de cada uma das classes de solo dentro da área mapeada, também, deverão ser enfatizados.

Para descrição, as classes de solos deverão ser ordenadas conforme o esquema estabelecido no item 3.2.6.16. Após a descrição de cada classe de solo, constarão as descrições (gerais e morfológicas) e os dados analíticos das amostragens de solos.

- Descrição sumária das unidades de mapeamento: deve contemplar principalmente: localização, proporção dos componentes (extensão e %), litologia, material originário, relevo, altitude, clima, uso atual, fase de vegetação primária e principais inclusões;
- Legenda: deve conter a listagem completa das classes de solos e tipos de terreno componentes das unidades de mapeamento, seus símbolos no mapa e suas principais características, além das classes de solos e tipos de terrenos identificados no nível de inclusões ou de variação;
- **Conclusões**: deve conter a síntese dos principais resultados do trabalho, de preferência com quantificação de áreas e outras informações relevantes;
- Documentação fotográfica: deve conter o registro fotográfico dos solos ocorrentes, associados a características ambientais e de uso; e
- **Bibliografia**: listagem de toda a literatura consultada ou citada, conforme normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT.

3.2.6.15 Critérios para elaboração de legenda de solos

Durante a elaboração de um levantamento de solo, elaboram-se basicamente dois tipos de legendas de solos. Uma legenda preliminar e uma definitiva ou completa.

Para a elaboração de uma legenda preliminar, que deverá servir como guia de identificação dos solos durante o mapeamento, normalmente, ao se iniciar os trabalhos



de levantamento de solos de uma área, é programada uma vistoria geral da mesma, com o propósito de identificar unidades taxonômicas e de mapeamento, e estabelecer correlações destas com as diversas feições da paisagem.

Para fins de facilitar a elaboração da legenda preliminar, é conveniente preceder estudo prévio dos padrões de sensores através de interpretação preliminar (item 3.2.6.2).

Com o decorrer dos trabalhos de campo, a legenda preliminar passa por adaptações e atualizações, à medida que novas unidades de mapeamento ou classes de solos são constatadas.

Com a conclusão dos trabalhos de campo, deve-se elaborar o esboço do mapa de solos. Tal esboço deve conter uma legenda quase final, composta de símbolos seguidos da relação das classes de solos constituintes. Esta legenda relaciona as unidades de mapeamento de forma ordenada, sendo os símbolos e sinais convencionais de pronta identificação no mapa.

A legenda final é organizada após o término dos trabalhos de campo e da interpretação dos dados analíticos, quando são feitas as complementações e ajustes necessários na interpretação preliminar (item 3.2.6.3), e é estabelecida a classificação definitiva dos solos.

A forma de grafia das classes de solos constituintes das unidades de mapeamento deve observar as recomendações constantes no item 2.1.1.4, que recomenda usar letras maiúsculas para os termos dos 1º e 2º níveis categóricos do SiBCS, somente a primeira letra maiúscula para os termos do 3º nível e o restante dos termos, todos em letras minúsculas, separadas por vírgulas após o 4º nível categórico. Ex.: LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo suave ondulado.

Nas unidades de mapeamento com mais de um componente são citados, em primeiro lugar, os solos ou tipos de terreno que ocupam maior extensão ou, no caso de equivalência, o componente mais importante para utilização agrícola. Este é o componente principal ou dominante na unidade de mapeamento. Os demais componentes figuram em ordem decrescente em termos de extensão ou de importância para utilização agrícola e são considerados subdominantes, separados pelo sinal "+".

Os símbolos e as cores identificadores das unidades de mapeamento são estabelecidos em função de seu componente principal.

A descrição da legenda deve sempre ser a mais completa possível, contendo todas as informações de forma clara, entretanto, no caso de restrição de espaço, algumas formas de simplificação são admitidas, conforme especificado a seguir.

Numa unidade de mapeamento, pode-se dispensar a citação da fase de relevo de um ou mais componentes, quando esta for comum ao componente subsequente. Neste caso, a fase de relevo será especificada junto à classe de solo ou tipo de terreno subsequente.

Quando, na área estudada, forem identificadas características que sejam comuns às diversas classes de solos mapeadas, estas poderão ser suprimidas da citação, para fins de simplificação da legenda. Assim, se todos os solos de determinada classe forem fase pedregosa, em todas as unidades de mapeamento, não é necessário identificá-los como fase pedregosa. Neste caso, tal particularidade deverá constar no prefácio da legenda.

Outra forma de simplificação de legenda poderá ser obtida, empregando-se o critério abaixo.

As características, que forem comuns a dois ou mais componentes consecutivos de uma unidade de mapeamento, poderão ser citadas junto a uma única classe de solo ou tipo de terreno, precedidas dos termos "ambos(as)" ou "todos(as)".

PVAd - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo suave ondulado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo suave ondulado.

A legenda acima poderá, se necessário em razão da limitação de espaço, ser descrita da forma simplificada como segue:

PVAd - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO + ARGISSOLO VERMELHO, **ambos** textura média/argilosa + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO textura média, **todos** Distróficos típicos, A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo suave ondulado.

Na legenda que acompanha o mapa, não há necessidade de constarem as inclusões.

3.2.6.16 Ordenação das classes de solos e dos tipos de terrenos

A legenda final de identificação dos solos deverá ser ordenada, segundo o esquema mostrado no Quadro 26, observando-se os seguintes procedimentos:

1º Critério 2º Critério 3º Critério 4º Critério Relacionar as Unidades de Número de componentes. Ordenar as classes do 4º nível Mapeamento na ordem I - Atividade de Argila: Ta, Tb categórico por ordem constante no Quadro 18, item II - Textura: muito argilosa, Observação: Deverão figurar alfabética. 2.1.1.4, do 1º (Ordem) ao 3º argilosa, siltosa, média, em 1º lugar as Unidades de (Grande Grupo) nível arenosa, indiscriminada Mapeamento com menor categórico. Exemplo: III - Horizonte superficial: número de componentes. hístico, húmico, chernozêmico, abrúptico proeminente, moderado, fraco, latossólico antrópico léptico IV - Fases: plânico Erosão: não erodida, erodida tiônico Pedregosidade: não típico, etc. pedregosa, pedregosa Rochosidade: não rochosa, rochosa Observação: Relacionar pri-Vegetação: floresta, restinga, meiramente os solos enquacerrado, caatinga, campo, drados em uma única classe, outras em seguida em duas e assim sucessivamente. Relevo: plano, suave ondulado, ondulado, forte ondulado, montanhoso, escarpado

Quadro 26 - Critérios para ordenação de legendas de solos

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais

Nota: Em caso de mais de uma unidade com o mesmo número de componentes, sendo os primeiros idênticos, aplicar os critérios acima sucessivamente para os demais componentes.

Obs.: Em caso de mais de uma unidade com o mesmo número de componentes, sendo os primeiros idênticos, aplicar os critérios acima sucessivamente para os demais componentes.



Resumidamente, devem ser empregados os seguintes procedimentos:

Para atender o 1º critério

Após concluída a relação de todas as unidades de mapeamento (UMs), considerar o primeiro componente (dominante) que irá dar o símbolo a cada uma delas (ver ítem 3.1.1.1.6), e começar a agrupá-las.

Passo 1 - separar e agrupar as unidades de mapeamento por ORDENS de solos do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS e relacioná-las na sequência estabelecida no Quadro 18.

Exemplo: agrupar primeiramente todas as unidades de mapeamento, cujo solo dominante seja da ORDEM dos ARGISSOLOS, em seguida as dos CAMBISSOLOS e assim sucessivamente.

Passo 2 - dentro de cada grupo acima, agrupar as unidades de mapeamento por SUBORDENS de solos do SiBCS e relacioná-las na sequencia estabelecida no Quadro 18.

Exemplo: Dentro dos ARGISSOLOS agrupar todas as unidades de mapeamento cujo solo dominante seja da SUBORDEM dos ARGISSOLOS BRUNO-ACINZENTADOS, seguidos dos ordem dos ARGISSOLOS ACINZENTADOS e assim sucessivamente.

Passo 3 - dentro de cada grupo acima, separar e agrupar as unidades de mapeamento por GRANDES GRUPOS de solos do SiBCS e relacioná-las na sequencia estabelecida no Quadro 18.

Exemplo: Dentro dos ARGISSOLOS BRUNO-ACINZENTADOS agrupar todas as UMs cujo solo dominante seja do GRANDE GRUPO dos ARGISSOLOS BRUNO-ACINZENTADOS Alíticos, seguidos dos ARGISSOLOS BRUNO-ACINZENTADOS Alumínicos e assim sucessivamente.

Concluída esta fase, deve-se passar para o 2º critério:

Iniciar pelo primeiro grupo separado, colocando em primeiro lugar as unidades de mapeamento com menor número de componentes, ou seja, começar pelas unidades simples, seguidas das associações de um, dois, três e assim sucessivamente.

Exemplo: grupo dos ARGISSOLO BRUNO-ACINZENTADOS:

PBACal1 - ARGISSOLO BRUNO-ACINZENTADO Alítico; e

PBACal2 - ARGISSOLO BRUNO-ACINZENTADO Alítico + ARGISSOLO ACINZENTADO Alítico

Concluída esta fase, deve-se passar para o 3º critério:

Dentro de cada grupo separado pelo mesmo número de componentes, ordenar de acordo com as classes de 4º nível categórico, considerando ordem alfabética e dentre os caracterizados na mesma classe, dispor primeiramente, aqueles enquadrados em menor número de classes.

Exemplos:

PBACal1 - ARGISSOLO BRUNO-ACINZENTADO Alítico abrúptico;

PBACal2 - ARGISSOLO BRUNO-ACINZENTADO Alítico abrúptico, úmbrico; e

PBACal3 - ARGISSOLO BRUNO-ACINZENTADO Alítico típico.

Concluída esta fase, deve-se passar para o 4º critério:

Para este critério, usar as características na ordem em que são especificadas no Quadro 26, seguindo o recomendado em caso de necessidade de decidir a ordem de apresentação, quando os critérios acima já tiverem sido empregados.

3.2.6.17 Simbologia sugerida para tipos de terrenos e outras ocorrências

Tipos de terrenos - São unidades de mapeamento que apresentam pouco ou nenhum solo natural. São ocorrências físicas na superfície dos terrenos que impossibilitam a caracterização e classificação dos solos. Devem ser identificados e cartografados, utilizando-se a simbologia sugerida.

Denominação	Símbol
Áreas coluvionares recentes	ACA
Afloramentos de Rochas	AR
Aterros	At
Bota-foras	Bf
Áreas de Empréstimos	AE
Dunas	Dn
Lixões	Lx
Minerações	Mi
Praias	Pr
Salinas	Sa
Sambaquis	Sb
Voçorocas	Vo



Denominação	Símbolo
Aeroportos	Ar
Áreas Urbanizadas	AU
Cemitérios	Cm
Edificações	Ed
Estações de Tratamento	ET
Campos de Futebol	CF



Foto 373 - Dunas. Florianópolis (SC). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.



Foto 371 - Afloramento de rocha. Urubici (SC). Foto: Sergio Hideiti Shimizu.



Foto 372 - Área de empréstimo. Goiânia (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 374 - Lixão. Canaã dos Carajás (PA). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 375 - Praia. Jeriquaquara (CE). Foto: Roberto das Chagas Silva.



Foto 376 - Área Urbanizada. Goiânia (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 377 - Campo de Futebol. Goiânia (GO). Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.

3.2.6.18 Cores para mapas/cartas de solos

A tabela a seguir mostra as cores que deverão ser usadas para a confecção de mapas/cartas de solos, com o emprego do SiBCS. As cores foram estabelecidas em consonância com o que já vem sendo praticado há muito pela Embrapa Solos e outras instituições, e estão definidas para os níveis de Ordem e Subordem.

Importante se ter conhecimento que a tabela de cores mostrada a seguir, codificada pelas paletas padrão RGB, CMYK e HSV, constitui uma tentativa de padronização de cores para elaboração de mapas/cartas de solos, porém estas cores poderão, por ocasião da impressão, apresentar variação de tonalidade em função tanto da qualidade do *software* e do papel de impressão utilizados, quanto do *plotter*.

Figura 52 - Convenção de cores das classes de 1º e 2º níveis categóricos do SiBCS para mapas/ cartas de solos (Sistemas RGB, CMYK e HSV)



Referências

AMARAL, F. C. S. do (Ed.). Sistema brasileiro de classificação de terras para irrigação: enfoque na região semiárida. 2. ed. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Solos em convênio com a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - Codevasf, 2011. 164 p. Disponível em: . Acesso em: jul. 2015.

ANJOS, L. H. C. dos et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. In: KER, J. C. et al. *Pedologia*: fundamentos. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - SBCS, 2012. p. 303-343.

ARONOFF, S. *Geographic information systems*: a management perspective. Ottawa: WDL Publications, c1989. 294 p.

ATLAS geográfico escolar. 6. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 215 p. Disponível em: http://atlasescolar.ibge.gov.br/. Acesso em: jul. 2015.

ATLAS nacional do Brasil. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2000. 1 atlas (262 p.). Escalas variam.

AVERY, B. W. Soil classification for England and Wales (higher categories). Harpenden: Soil Survey of England and Wales, 1980. 67 p. (Soil survey technical monograph, n. 14).

BALDWIN, M.; KELLOGG, C. E.; THORP, J. Soil classification. In: SOILS and men. Washington, DC: United States Department of Agriculture - USDA, 1938. p. 979-1001. (Yearbook of agriculture, 1938).



BATISTA, M. de J. et al. *Drenagem como instrumento de dessalinização e prevenção da salinização de solos*. Brasília, DF: Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Paraíba - Codevasf; Secretaria de Recursos Hídricos, 2002. 216 p. Disponível em: http://www.codevasf.gov.br/principal/publicacoes/publicacoes-atuais/pdf/drenagem-como-instrumento-de-dessalinizacao-e-prevencao-da-salinizacao-de-solos.pdf>. Acesso em: jul. 2015.

BISSANI, C. A.; KÄMPF, N.; LUZ, P. C. R. Determinação de sulfato solúvel em solos tiomórficos de áreas de mineração de carvão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa. *Resumos expandidos*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - SBCS, 1995. v. 3, p. 1535-1537.

BREWER, R. Fabric and mineral analysis of soils. Huntington: R. E. Krieger, 1976. 482 p.

BULLOCK, P. et al. *Handbook for soil thin section description*. Wolverhampton: Waine Research Publications, 1985. 152 p.

CAMARGO, M. N.; KLAMT, E.; KAUFFMAN, J. H. Classificação de solos usada em levantamentos pedológicos no Brasil. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 12, n. 1, p. 11-13, 1987.

CAMARGO, O. A. de et al. *Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas*. Campinas: Instituto Agronômico, 2009. 77 p. (Boletim técnico, 106). Disponível em: http://lab.iac.sp.gov.br/Publicacao/BT_106_ ANALISES%20FISICAS_DE_SOLO(2009).pdf>. Acesso em: jul. 2015.

CANTARELLA, H.; MONIZ, A. C. Unidades do sistema internacional em publicações da SBCS. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 20, n. 2, p. 82-84, 1995.

CARVALHO, A. P. et al. *Proposta de definição e identificação de horizonte A húmico*. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Solos, 2003. 3 p. (Embrapa Solos. Comunicado técnico, 18). Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPS/11575/1/comtec18_2003_proposta_a_humico.pdf. Acesso em: jul. 2015.

CASTRO, S. S. de et al. Micromorfologia do solo: bases e aplicações. In: NOVAIS, R. F. de (Ed.). *Tópicos em ciência do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - SBCS, 2003. v. 3, p.107-164. Disponível em: http://www.labogef.iesa.ufg.br/labogef/arquivos/downloads/CASTRO_et_al_2003_v3-top-052_MicrodoSolo_84787_34557. pdf>. Acesso em: jul. 2015.

CHILDS, C. W. Field tests for ferrous iron and ferric-organic complexes (on exchange sites or in water-soluble forms) in soils. *Australian Journal of Soil Research*, Melbourne: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization - CSIRO Publishing, v. 19, n. 2, p. 175-180, 1981.



CLAESSEN, M. E. C. (Org.). *Manual de métodos de análise de solo*. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Solos - CNPS, 1997. 212 p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1). Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf. Acesso em: jul. 2015.

CLINE, M. G. Basic principles of soil classification. *Soil Science*, Baltimore: Wolters Kluwer Health, v. 67, n. 2, p. 81-91, Feb. 1949.

COUTO, E. G.; OLIVEIRA, V. A. de. Levantamento de reconhecimento de alta intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do imóvel da Rohden Indústria Lígnea Ltda, município de Juruena/MT. 2003. 92 p. Relatório técnico.

COUTO, E. G.; OLIVEIRA, V. A. de. The soil diversity of the pantanal. In: JUNK, W. J. et al. (Ed.). *The pantanal*: ecology, biodiversity and sustainable management of a large neotropical seasonal wetland. Sofia: Pensoft, 2011. p. 71-102.

CRITÉRIOS para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento: normas em uso pelo SNLCS. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos - SNLCS, 1988. 67 p. (Embrapa-SNLCS. Documentos, n. 11). Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/36148/1/criterios.pdf>. Acesso em: jul. 2015.

CUNHA, N. G. da et al. Pedologia. In: FOLHA SC.21 Juruena. Rio de Janeiro: Projeto Radambrasil, 1980. p. 165-324. (Levantamento de recursos naturais, v. 20). Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=224038>. Acesso em: jul. 2015.

CURI, N. (Coord.). *Vocabulário de ciência do solo*. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - SBCS, 1993. 89 p.

DANIELS, R. B. et al. Morphology of discontinuous phase plinthite and criteria for its field identification in the southeastern United States. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 42, n. 6, p. 944-949, Nov./Dec. 1978.

DEFINIÇÃO e notação de horizontes e camadas do solo. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos - SNLCS, 1988. 54 p. (Embrapa-SNLCS. Documentos, n. 3).

DENT, D.; YOUNG, A. *Soil survey and land evaluation*. London: Allen & Unwin, 1981. 278 p.

DIAGNOSIS and improvement of saline and alkali soils. Washington, DC: United States Department of Agriculture - USDA, Salinity Laboratory, 1954. 159 p. (USDA agriculture handbook, n. 60). Disponível em: http://www.ars.usda.gov/sp2UserFiles/Place/20360500/hb60_pdf/hb60complete.pdf>. Acesso em: jul. 2015.



DONAGEMA, G. K. et al. (Org.). *Manual de métodos de análises de solo*. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Solos, 2011. 230 p. (Documentos, 132). Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77712/1/Manual-metodos-analis-solo-2.ed.pdf. Acesso em: jul. 2015.

ESWARAN, H. et al. *Vertisols*: their properties, classification, distribution and management. Washington, DC: United States Department of Agriculture - USDA, Soil Survey Division, 1999. 47 p. (Guy D. Smith memorial slide collection). Disponível em: https://library.wur.nl/isric/fulltext/isricu_i28742_001.pdf. Acesso em: jul. 2015.

FANNING, D. S.; RABENHORST, M. C.; BIGHAN, J. M. Colors of acid sulfate soils. In: BIGHAM, J. M.; CIOLKOSZ, E. J. (Ed.). *Soil color*: proceedings of a symposium sponsored by Divisions S-5 and S-9 of the Soil Science Society of America in San Antonio, Texas, 21-26 Oct. 1990. Madison: Soils Science Society of América - SSSA, 1993. p. 91-108.

FORTUNATO, F. F. Sistemas pedológicos nos tabuleiros costeiros do litoral norte do estado da Bahia: uma evolução controlada por duricrostas preexistentes, neotectônica e mudanças paleoclimáticas do quaternário. 2004. 366 p. Tese (Doutorado)-Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.

INTERNATIONAL chronostratigraphic chart 2012. Pequim: International Commission on Stratigraphy - ICS, 2012. Disponível em: http://www.stratigraphy.org/index.php/ ics-chart-timescale>. Acesso em: jul. 2015.

INTRODUÇÃO ao processamento digital de imagens. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. 92 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 9). Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/pt/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=281559>. Acesso em: jul. 2015.

ISBELL, R. F. *The Australian soil classification*. Melbourne: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation - CSIRO Publishing, 1998. 143 p. (Australian soil and land survey handbook, v. 4).

JACOMINE, P. K. T. Evolução do conhecimento sobre solos coesos no Brasil. In: WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 2001, Aracaju. *Anais...* Aracaju: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. p. 19-46.

JOHNSON, W. M. The pedon and the polypedon. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 27, n. 2, p. 212-215, Mar./Apr. 1963.

KÄMPF, N.; CURI, N. Formação e evolução do solo (pedogênese). In: KER, J. C. et al. *Pedologia*: fundamentos. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - SBCS, 2012. p. 207-302.

KÄMPF, N.; KLAMT, E.; SCHNEIDER, P. Óxidos de ferro em latossolos do Brasil sudeste e sul. In: REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO DE SOLOS E INTERPRETAÇÃO



DE APTIDÃO AGRÍCOLA, 3., 1988, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos - SNLCS, 1988. p. 153-183. (Embrapa-SNLCS. Documentos, n. 12). Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/62953/1/CNPS-DOC.-12-88.pdf. Acesso em: jul. 2015.

KEHRIG, A. G. *As relações Ki e Kr no solo*. Rio de Janeiro: Instituto de Química Agrícola, 1949. 67 p. (Boletim do Instituto de Química Agrícola, n. 13).

KEYS to soil taxonomy. 6th ed. Washington, DC: United States Department of Agriculture - USDA, Soil Conservation Service, 1994. 306 p. Disponível em: http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051858.pdf>. Acesso em: jul. 2015.

KEYS to soil taxonomy. 8th ed. Washington, DC: United States Department of Agriculture - USDA, Soil Conservation Service, 1998. 326 p. Disponível em: http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051241.pdf>. Acesso em: jul. 2015.

KNOX, E. G. Soil individuals and soil classification. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 29, n. 1, p. 79-84, Jan./Feb. 1965.

KUBIËNA, W. L. Micropedology. Ames: Collegiate Press, 1938. 243 p.

LAND classification. In: IRRIGATED land use. Denver: United States Departament of Interior, Bureau of Reclamation, 1953. Part 2. (Bureau of Reclamation manual, v. 5).

LEMOS, R. C. de; SANTOS, R. D. dos. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - SBCS; Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Solos - CNPS, 1996. 83 p. Disponível em: http://www.geografia.fflch.usp.br/graduacao/apoio/Apoio_Attila/2s2014/leituras/aula_2/manual_descricao.pdf>. Acesso em: jul. 2015.

LEVANTAMENTO detalhado de solos e classificação de terras para irrigação com aplicação de testes de infiltração: município de Rafael Jambeiro-BA. Salvador: Secretaria da Agricultura, Pecuária, Irrigação, Pesca e Aquicultura - Seagri, 1998. Escala 1:5 000. Projeto Argoim.

LORENZI, H. *Árvores brasileiras*: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 1998. 2 v.

LORENZI, H. et al. *Palmeiras no Brasil*: nativas e exóticas. Nova Odessa: Ed. Plantarum, 1996. 303 p.

MANUAL técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 1). Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/pt/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=223267>. Acesso em: jul. 2015.



MANUAL técnico de pedologia. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 320 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 4). Acompanha 1 CD-ROM. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/sistematizacao/manual_pedologia.shtm. Acesso em: jul. 2015.

MAPA mundial de suelos: leyenda revisada. Rome: Organización de las Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO, 1990. 146 p. (Informes sobre recursos mundiales de suelos, 60).

MONIZ, A. C. A história da pedologia no Brasil. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 22, n. 1, p. 13-31, 1997.

MUNSELL soil color charts. Rev. ed. New Windsor: Munsell Color, 1994. 1 v. Disponível em: http://www.masterplan.southsuburbanairport.com/Environmental/pdf2/ Part%204%20-%20References/Reference%2016%20Munsell%20Color%20Charts/MunsellColorChart.pdf>. Acesso em: jul. 2015.

MUNSELL soil color charts: with genuine Munsell color chips. Rev. ed. Grand Rapids: Munsell Color, 2009. 1 v.

NOÇÕES básicas de cartografia. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. 2 v. (Manuais técnicos em geociências, n. 8). Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/pt/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=281661>. Acesso em: jul. 2015.

NORMAS e critérios para levantamentos pedológicos. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos - SNLCS, 1989. 94 p.

NOVO, E. M. L. de M. *Sensoriamento remoto*: princípios e aplicações. São Paulo: E. Blücher, 1992. 308 p.

OLIVEIRA, G. C. de et al. Agitador horizontal de movimento helicoidal na dispersão mecânica de amostras de três latossolos do sul e campos das vertentes de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras: Universidade Federal de Lavras - UFLA, v. 26, n. 5, p. 881-887, set./out. 2002. Disponível em: http://www.editora.ufla.br/index.php/revistas/ciencia-e-agrotecnologia/artigos-publicados/10-volumes-revista/62-vol26numero5>. Acesso em: jul. 2015.

OLIVEIRA, J. B. de. *Pedologia aplicada*. Jaboticabal: Fundação de Apoio à Pesquisa, Ensino e Extensão - Funep, 2001. 414 p.

OLIVEIRA, J. B. de; JACOMINE, P. K.T.; CAMARGO, M. N. *Classes gerais de solos do Brasil*: guia auxiliar para seu reconhecimento. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Unesp: Fundação de Apoio à Pesquisa, Ensino e Extensão -Funep, 1992. 201 p.



OLIVEIRA, L. B. de. *Determinação de frações grosseiras em solos muito pedregosos e/ou concrecionários*. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos - SNLCS, 1982. 7 p. (Boletim de pesquisa, n. 12). Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/36223/1/Determinacao-de-Fracoes.pdf. Acesso em: jul. 2015.

OLIVEIRA, V. A. de; AMARAL FILHO, Z. P. do; VIEIRA, P. C. Pedologia. In: FOLHA SD.21 Cuiabá. Rio de Janeiro: Projeto Radambrasil, 1982. p. 257-400. (Levantamento de recursos naturais, v. 26). Disponível em: http://biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=213269>. Acesso em: jul. 2015.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. de; CONSTANTIN, J. (Coord.). *Plantas daninhas e seu manejo*. Guaíba: Agropecuária, 2001. 362 p.

PROCEDIMENTOS normativos de levantamentos pedológicos. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Solos - CNPS, 1994. 108 p. Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/81913/1/PROCEDIMENTOS-NORMATIVOS-MANUAL.pdf. Acesso em: jul. 2015.

RAIJ, B. van; KÜPPER, A. Capacidade de troca de cátions em solos: estudo comparativo de alguns métodos. *Bragantia*, Campinas: Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, v. 25, n. 2, p. 327-336, 1966. Disponível em: http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/bragantia/volumesonline.php». Acesso em: jul. 2015.

RESENDE, M.; SANTANA, D. P. Uso das relações Ki e Kr na estimativa da mineralogia para classificação dos latossolos. In: REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO DE SOLOS E INTERPRETAÇÃO DE APTIDÃO AGRÍCOLA, 3., 1988, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos - SNLCS, 1988. p. 225-232. (Embrapa-SNLCS. Documentos, n. 12). Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/62953/1/CNPS-DOC.-12-88.pdf>. Acesso em: jul. 2015.

RESENDE, M. et al. *Pedologia*: base para distinção de ambientes. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa - UFV, Núcleo de Estudo de Planejamento e Uso da Terra - Neput, 1995. 304 p.

REUNIÃO TÉCNICA DE LEVANTAMENTO DE SOLOS, 10., 1979, Rio de Janeiro. *Súmula.*.. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos - SNLCS, 1979. 83 p. (Embrapa-SNLCS. Miscelânea, 1). Disponível em: http://library.wur.nl/isric/fulltext/isricu_i00006739_001.pdf>. Acesso em: jul. 2015.

RIBEIRO, M. R. Características morfológicas dos horizontes coesos dos solos dos tabuleiros costeiros. In: WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS, 2001, Aracaju. *Anais...* Aracaju: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. p. 161-168.



RIOS, A. J. W. Amostragem, detalhamento taxonômico e determinações analíticas empregadas em levantamentos pedológicos no Brasil. 2006. 107 p. Dissertação (Mestrado)–Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

RODRIGUES, C. Avaliação de dispersantes químicos e pré-tratamentos na determinação de argila de solos de mineralogia distinta. 2008. 94 p. Dissertação (Mestrado)–Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008.

SANTOS, R. D. dos et al. *Manual de descrição e coleta de solo no campo.* 5. ed. rev. e ampl. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - SBCS; Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Solos, 2005. 92 p.

SANTOS, R. D. dos et al. *Manual de descrição e coleta de solo no campo.* 6. ed. rev. e ampl. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - SBCS, 2013. 100 p.

SCHELLING, J. Soil genesis, soil classification and soil survey. *Geoderma*, Amsterdam: Elsevier, v. 4, n. 3, p. 165-193, Sept. 1970. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0016706170900029#>. Acesso em: jul. 2015.

SCHOENEBERGER, P. J. et al. (Ed.). *Field book for describing and sampling soils*. Version 1.1. Lincoln: United States Department of Agriculture - USDA, National Soil Survey Center, 1998. [180] p. Disponível em: http://www.water-research.net/Waterlibrary/Stormwater/FIELD_GD.PDF>. Acesso em: jul. 2015.

SCHOENEBERGER, P. J. et al. (Ed.). *Field book for describing and sampling soils*. Version 2.0. Lincoln: United States Department of Agriculture - USDA, National Soil Survey Center, 2002. [225] p. Disponível em: http://www.iec.cat/mapasols/DocuInteres/PDF/Llibre08_4.pdf>. Acesso em: jul. 2015.

SCHOENEBERGER, P. J. et al. (Ed.). Field book for describing and sampling soils. Version 3.0. Lincoln: United States Department of Agriculture - USDA, National Soil Survey Center, 2012. [298] p. Disponível em: http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_052523.pdf>. Acesso em: jul. 2015.

SISTEMA brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Solos; Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412 p.

SISTEMA brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Solos; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 306 p. Disponível em: http://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>. Acesso em: jul. 2015.

SISTEMA brasileiro de classificação de solos. 3. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Solos; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2013. 353 p.



SISTEMA brasileiro de classificação de solos: 1. aproximação. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1980. 73 p.

SISTEMA brasileiro de classificação de solos: 2. aproximação. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1981. 107 p.

SISTEMA brasileiro de classificação de solos: 3. aproximação. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1988. 122 p.

SISTEMA brasileiro de classificação de solos: 4. aproximação. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 169 p.

SMITH, G. D.; BRITO-A, P.; LUQUE, O. The lithoplinthic horizon, a diagnostic horizon for soil taxonomy. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 41, n. 6, p. 1212-1214, Nov./Dec. 1977.

SOIL map of the world: 1:5 000 000. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization - Unesco; Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 1974. v. 1: legend. Disponível em: http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/soil-maps-and-databases/faounesco-soil-map-of-the-world/en/. Acesso em: jul. 2015.

A SOIL mapping system for Canada: revised. Ottawa: Agriculture Canada, Research Branch, 1981. 94 p. (Land Resource Research Institue. Contribution, n. 142). Disponível em: http://sis.agr.gc.ca/cansis/publications/manuals/1981-smsc/81-142-soil-mapping.pdf>. Acesso em: jul. 2015.

SOIL survey manual. Washington, DC: United States Department of Agriculture - USDA, Soil Survey Division, 1951. 503 p. (USDA agriculture handbook, n. 18).

SOIL survey manual. Washington, DC: United States Department of Agriculture - USDA, Soil Survey Division, 1962. Supplement to USDA agriculture handbook n. 18 (replacing p. 173-188).

SOIL survey manual. Washington, DC: United States Department of Agriculture - USDA, Soil Survey Division, 1981. 107 p. Chapter 4 (Examination and description of soils in the field) of USDA agriculture handbook n. 18 revised.

SOIL survey manual: preliminary revised edition. Washington, DC: United States Department of Agriculture - USDA, Soil Survey Division, 1984. cap. 1.

SOIL survey manual. Washington, DC: United States Department of Agriculture - USDA, Soil Survey Division, 1993. 437 p. (USDA agriculture handbook, n. 18). Disponível em: http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/ref/?cid=nrcs142p2_054262>. Acesso em: jul. 2015.



SOIL taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Washington, DC: United States Department of Agriculture - USDA, Soil Survey Division, 1975. 754 p. (USDA agriculture handbook, n. 436).

SOIL taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. 2nd ed. Washington, DC: United States Department of Agriculture - USDA, Soil Survey Division, 1999. 871 p. (USDA agriculture handbook, n. 436). Disponível em: http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/soils/survey/class/taxonomy/>. Acesso em: jul. 2015.

SOUZA, C. G. (Coord.). *Manual técnico de pedologia*. Rio de Janeiro: IBGE, 1995. 104 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 4). Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv24989.pdf>. Acesso em: jul. 2015.

STOOPS, G. Soil thin section description: higher levels of classification of microfabrics as a tool for interpretation. In: RINGROSE-VOASE, A. J.; HUMPHREYS, G. S. (Ed.). *Soil micromorphology*: studies in management and genesis. Amsterdam: Elsevier, 1994. p. 317-325. (Developments in soil science, 22). Proceedings of the IX International Working Meeting on Soil Micromorphology, 1992, Townsville, Australia, July 1992.

SUGUIO, K. *Dicionário de geologia marinha*: com termos correspondentes em inglês, francês, espanhol. São Paulo: T. A. Queiroz, 1992. 171 p. (Biblioteca de ciências naturais, v. 15).

SYS, C.The concept of ferrallitic and fersiallitic soils in Central Africa: their classification and their correlation with the 7th approximation. *Pedologie*, Gent: Société Belge de Pédologie, v. 17, n. 3, p. 284-325, 1967. Disponível em: http://www.bbv-sbss.ugent.be/pedologie/pedologie_1967_3.pdf>. Acesso em: jul. 2015.

THORP, J.; SMITH, G. D. Higher categories of soil classification: order, suborder, and great soil groups. *Soil Science*, Baltimore: Wolters Kluwer Health, v. 67, n. 2, p. 117-126, Feb. 1949.

TOMÉ JUNIOR, J. B. *Manual de interpretação de análise de solo*. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247 p.

VALLADARES, G. S. Caracterização de organossolos, auxílio a sua classificação. 2003. 129 p. Tese (Doutorado)–Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2003.

VELOSO, H. P.; GÓES-FILHO, L. *Fitogeografia brasileira*: classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. Salvador: Projeto Radambrasil, 1982. 86 p. (Boletim técnico. Vegetação, n. 1).



VITORINO, A. C.T. et al. Níveis de energia ultra-sônica na dispersão de argila em solos da região de Lavras (MG). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras: Ed. da Universidade Federal de Lavras - UFLA, v. 25, n. 6, p. 1330-1336, nov./dez. 2001. Disponível em: http://www.editora.ufla.br/index.php/revistas/ciencia-e-agrotecnologia/artigos-publicados/10-volumes-revista/58-vol25numero6>. Acesso em: jul. 2015.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. A universal soil loss estimating equation to guide conservation farm planning. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 7, 1960, Madison. *Transactions...* Wageningen: International Society of Soil Science - ISSS, 1961. v. 1, p. 418-425.

WORLD reference base for soil resources: draft. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 1994. 161 p.

WORLD reference base for soil resources. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 1998. 88 p. (World soil resources reports, 84). Disponível em: http://www.fao.org/3/a-w8594e/index.html. Acesso em: jul. 2015

WORLD reference base for soil resources 2006: a framework for international classification, correlation and communication. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 2006. 128 p. (World soil resources reports, 103). Disponível em: http://www.fao.org/3/a-a0510e.pdf>. Acesso em: jul. 2015.

ZONEAMENTO sócio-econômico-ecológico: diagnóstico sócio-econômico-ecológico do estado de Mato Grosso e assistência técnica na formulação da segunda aproximação. Cuiabá: Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral - Seplan; São Paulo: CNEC Worley Parsosns Engenharia, 2000. (Memórias técnicas. Geomorfologia. DSEE-GM-MT 001-053). Disponível em: http://www.seplan.mt.gov.br/~seplandownloads/index.php/dsee/viewcategory/981-memorias-tecnicas. Acesso em: jul. 2015.

Apêndices

- 1 Ferramentas e equipamentos necessários para os trabalhos de campo
- 2 Dados auxiliares



1 Ferramentas e equipamentos necessários para os trabalhos de campo

As fotos a seguir mostram materiais e algumas ferramentas importantes para o desenvolvimento dos trabalhos de campo para fins de mapeamento de solos.



Foto 378 - Ferramentas para tradagem - da esquerda para a direita: trado tipo holandês, trado de caneco de 5", facão, ponteira de trado tipo holandês e martelo de borracha. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 379 - Ferramentas para abertura de trincheira e limpeza de barranco - de cima para baixo: enxadão, pá redonda pequena, picareta, pá redonda grande, pá reta. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 380 - Ferramentas para densidade - de cima para baixo: espátula, martelo, batedor e anel de 50mm. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 381 - Da esquerda para a direita e de cima para baixo: as publicações Manual técnico de pedologia (IBGE), Sistema brasileiro de classificação de solos (EMBRAPA) e Carta de cores (Munsell Color), prancheta para anotações, caneta, sacos para amostra, etiquetas, faca, canivete, martelo, fita métrica, placa para fotografia, ímã, lupa, lupa de bolso, trena, câmera fotográfica, ácido clorídrico, água oxigenada, arame plastificado para amarração, fita adesiva. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Foto 382 - Da esquerda para a direita e de cima para baixo: maleta ou bolsa, bisnaga de água para textura, banqueta portátil, capa da banqueta, repelente de insetos, lanterna, fita adesiva, pilhas, GPS, toalha e chapéu. Foto: Virlei Álvaro de Oliveira.



Quadro 27 - Relação de material utilizado em campo para levantamento de solos

Material para sondagem, abertura e descrição	Material reagente	Equipamentos diversos (localização, registro e medição)
Batedor e anéis para densidade	Acido clorídrico a 10%	GPS
Canivete	Água (≥5 litros)	Câmera fotográfica
Dispositivos para fechamento dos as- cos de amostras (arame plastificado, fios, barbantes)	Peroxido de hidrogênio (água oxige- nada, 10v.)	Clinômetro
Enxadão	Material bibliográfico e para anotações/registro	Fita graduada para fotografia
Espátula	Borracha	Régua 30cm
Extensão para trado	Canetas permanente/ lápis	Trena
Faca	Carta de Cores (Munsell)	
Fita adesiva	Etiquetas	Material de Uso Pessoal
lmã	Fichas para descrição de solos no campo	Banqueta portátil
Martelo de borracha	Manual Técnico de Pedologia	Bloqueador solar
Martelo pedológico	Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo	Caderneta de anotação
Pá redonda	Prancheta para anotações	Caneleiras
Pá reta	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS)	Chapéu
Peneira com furos de 2mm de diâ- metro	Material cartográfico	Kit de primeiros socorros
Picareta	Cartas planialtimétricas	Lanterna
Pisseta	Fotografias aéreas	Maleta, bolsa ou mochila
Placa para fotografia	Imagens orbitais	Pilhas
Sacos para amostra	Mapa geológico	Recipiente com água potável
Trado de caneco	Mapa geomorfológico	Repelente de insetos
Trado holandês	Mapa rodoviário	Toalha de pano ou papel
	Mapas de solos pré-existentes	

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.



2 Dados auxiliares

O gráfico da Figura 53 pode ser usado para auxiliar na estimativa da quantidade de vários elementos (mosqueados, plintita, cascalhos, concreções, etc). Dentro de qualquer destes quadros cada quadrante contém a mesma quantidade de área coberta.

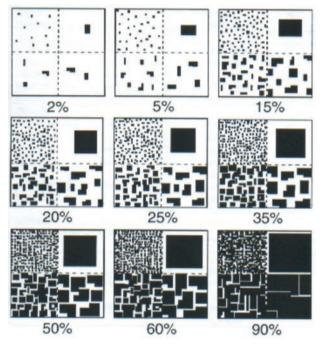


Figura 53 - Exemplos de percentual de área coberta

Adaptado de Schoeneberger e outros (2012)

Quadro 28 - Alguns fatores para conversão de unidades

Unidades Conhecidas	Multiplicador	Produtos
Acres	0,405	hectares
Angstrons	1 x 10-8	centímetros
Angstrons	1 x 10-4	microns
Angstrons	1 x 10-1	nanômetros
Atmosferas	760	milímetros de mercúrio (Hg)
Centímetros	0,0328	pés (feet)
Centímetros	0,03937	polegadas
Centímetros cúbicos	0,06102	polegadas cúbicas
Centímetros cúbicos	0,999972	mililitros
Pés cúbicos	0,02832	metros cúbicos
Polegadas cúbicas	16,3871	centímetros cúbicos
Metros cúbicos	35,3146	pés cúbicos
Polegadas	2,54 x 104	microns
Polegadas	2,54	centímetros
Metros	3,2808	pés
Metros	39,37	polegadas
Microns	1 x 10-4	centímetros
Microns	3,937	polegadas
Mililitros	1,000028	centímetros cúbicos
Milímetros	0,03937	polegadas
Pés quadrados	0,0929	metros quadrados
Polegadas quadradas	6,4516	centímetros quadrados
Metros quadrados	10,7639	pés quadrados

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.



Figura 54 - Ficha para descrição morfológica de solos no campo

DATA:	ö	ALTITUDE (m):					FORTE ONDULADO			SUBPERENIFÓLIA	SUBCADUCIFÓLIA	CADUCIFÓLIA HIGRÓFILA HIDRÓFILA			ORGÂNICA FIRROSA	INDISCRIMINADA	800	ABUNDANTE FORTE	AC: AFIA: CONTRASTE: ABA CLARA ULAR GRADUAL
AMOSTRA PARA FINS DE FERTILIDADE	UNIDADE DE MAPEAMENTO:	AS:	USO ATUAL:	CRONOLOGIA:			RELEVO REGIONAL:	SUAVE ONDULADO ONDULADO		COMPLEMENTO:	EQUATORIAL	TROPICAL SUBTROPICAL PERENIFÓLIA	IBA:	AREIA AREIA FRANCA FRANCO-ARENOSA FRANCO FRANCO-ARGILOARENOSA	FRANCO-ARGILOSSILTOSA FRANCO-ARGILOSA	FRANCO-SILTOSA	lickenside) QU	BRILHANIE	TOPOGRAFIA: TOPOGRAFIA: PLANA ONDUADA ONDUADA
AMOSTRA PAR	ONIC	COORDENADAS:	E O PERFIL:	RATIGRÁFICA:			FORTE ONDULADO	MONTANHOSO ESCARPADO	RIMÁRIA:			NA FLORESTA RESTINGA OUTROS	TEXTIIBA				30 -		QUANTIDADE: S POUCOS COMUNS ABUNDANTES ABUNDANTES
AMOSTRA EXTRA		UF:	COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA:	DESCRITO E COLETADO POR:		OCAL:	ONDULADO	VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:	TIPO:	CAATINGA	CAMPINARANA CAMPO CERRADÃO	mada	CÓDIGO MUNSELL	CEROSIDADE:	GR	COMUM MODERAD ABUNDANTE FORTE COESÃO: MODERADAMENTE COESO	FORTEMENTE COESO	POROS: TAMANHO: MUITO PEQUENOS PEQUENOS MÉDIOS GRANDES
GERAL PERFIL COMPLETO		MUNICÍPIO:	COBERTU			REGOSA			ASOL	CHOSA	REM DRENADO	ACENTUADAMENTE DRENADO FORTEMENTE DRENADO EXCESSIVAMENTE DRENADO	CRICÃO MORFOLÓGICA - 1º Horizonte/ Camada	MOSQUEADO OU VARIEGADO NAHO: CONTRASTE: STREOUENA TO TO DICHOSA STRENCE TO TO DICHOSA STRENCE TO TO STRENCE STRENCE TO STRENCE TO STRENCE TO STRENCE STRENCE TO STRENCE TO STRENCE TO STRENCE TO STRENCE TO STRENCE STRENCE TO STRE	CEF	, AS	SIMPLES ECTO MACIÇO ICA COMPOSTA DE		QUANTIDADE: POUCAS COMUNS ABUNDANTES
ÄO		MU	IDADE:	IGIA:	PEDREGOSIDADE: NÃO PEDREGOSA	LIGEIRAMENTE PEDREGOSA PEDREGOSA	MUITO PEDREGOSA EXTREMAMENTE PEDREGOSA	ROCHOSIDADE: NÃO ROCHOSA	LIGEIKAMEN I E KOCHOSA ROCHOSA	MUITO ROCHOSA EXTREMAMENTE ROCHOSA		RENADO ENADO	RFOLÓGICA - 1	MOSQUEAD TAMANHO: TAMANHO: TAMANHO: TAMANHO: TAMANHO: TAMANHO: TAMANHOIS SECUENTIAL TAMANHOIS SECUENTIAL TAMANHOIS SECUENTIAL MEDIA		1 2 3	2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 3 3		RAIZES: TAMANHO: MUITO FINAS FINAS MÉDIAS GROSSAS
DESCRIÇ TIPO DE CARACTERIZAÇÃO:			ENCOSTA:	EDIO LITOLOGIA: JPERIOR		PSEUDO-AUTÓCTONE	IBUIÇÃO EXTERNA:	ORGÂNICA ANTROPOGÊNICA			DRENAGEM:	MAL DRENADO IMPERFEITAMENTE DRENADO MODERADAMENTE DRENADO	DESCRICÃO MO	NSELL: OUANTIDADE: TIZIS POUCO TIZIS COMUM		TIPOS:	2 8 8 10 2000 ANGULARES 2 3 8 10 000 S 000		PEGAJOSIDADE: NÃO PEGAJOSA ILG. PEGAJOSA PEGAJOSA MUITO PEGAJOSA
			So I	A TERÇO INFERIOR TERÇO MÉDIO AÇÃO TERÇO SUPERIOR		☐ ALÓCTONE ☐ PS	NATUREZA DA CONTRIBUIÇÃO EXTERNA:				FORMA:			MATRIZI COR DE FUNDO RIDADE: CÓDIGO MUNSEL SECA ÚMIDA ÚMIDA AMASSADA		QUENA	© \$ PEQUENA © \$ MÉDIA © \$ GRANDE © \$ MUITO GRANDE		MOLHADA: PLASTICIDADE: NAO PLASTICA LIG. PLASTICA LUG. PLASTICA MULTO PLASTICA MU
PROJETO:				PLANALTO/ CHAPADA PLANICIE PLANICIE DE INUNDAÇÃO TEDDACO EL INVINI			Z'					FORTE MUITO FORTE EXTREMAMENTE FORTE	à	3 5 0 0 0	ESTRUTURA:	3 FRACA	2 3 MODERADA 1		ÚMIDA: SOLTA FIRME MUTO FRIÁVEL FRIÁVEL MUTO FIRME
IDENTIFICAÇÃO:	CLASSIFICAÇÃO:	LOCALIZAÇÃO:	SITUAÇÃO: TIPO DE PAISAGEM:	COLINA/ MORRO DEPRESSÃO ESCARPA DATAMAD	MATERIAL DE ORIGEM:	☐ AUTÓCTONE	IDENTIFICAÇÃO:	CONSISTENCIA:	SEMIBRANDO	1	CLASSE:	NÃO APARENTE LIGEIRA MODERADA		SIMBOLO: PROFUNDIDADE (cm):	CASCALHO: EST	CASCALHENTA	CASCALHENTA CASCALHENTA	CONSISTÊNCIA:	SECA: SOLTA MACIA LIG. DURA DURA MUITO DURA

Nota: os números 1, 2 e 3 dentro dos boxes são opções para até três possibilidades de ocorrência de tipos de estruturas e cores em um mesmo horizonte/camada.

(conclusão)

Figura 54 - Ficha para descrição morfológica de solos no campo

SÍMBOLO: (PROFUNDIDADE (cm)			DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA	5	- 2° Horizonte/ Camada	700000	TEXTURA:	ARGII
	_		CÓDIGO MUNSELL: QUANTIDADE: (123 POUR	TAMA SO	HO: CONTRASTE:	CÓDIGO MUNSELL:		OSA
ESPE	ESPESSURA (cm):	ÚMIDA AMASSADA	123Co	3 COMUM 1 2 3 MÉDIA 3 ABUNDANTE 1 2 3 GRANDE	DIA 1 2 3 DISTINTA ANDE 1 2 3 PROEMINENTE	NTE (3	FRANCO FRANCO-ARG	
CASCALHO:	ESTRUTURA:				CEROS	CEROSIDADE:	FRANCO-ARGILOSSI FRANCO-ARGILOSA	FRANCO-ARGILOSSILTOSA ORGANICA PRANCO-ARGILOSA ORGÁNICA FIBROSA
CASCALHENTA CASCALHENTA MUITO CASCALHENTA	GRAU:	TAMANHO: 1 2 MUITO PEQUENA 2 2 PEQUENA 2 3 MEDIA 2 3 GRANDE 2 3 GRANDE 2 3 MUITO GRANDE 2 3 MUITO GRANDE 3 5 5 5 5 5 5 4 5 5 5 5 5 5 6 5 5 5 5 6 7 7 7 7 7 7 7 8 7 7 7 7 7 8 7 7 7 7 7 7 7 9 7 7 7 7 7 7 1 2 6 7 7 7 7 7 1 2 6 7 7 7 7 1 2 7 7 7 7 7 1 2 7 7 7 7 7 1 3 7 7 7 7 7 1 1 1 7 7 7 7 1 1 1 7 7 7 7 7 1 1 1 7 7 7 7 7 1 1 1 7 7 7 7 7 1 1 1 7 7 7 7 7 1 1 1 7 7 7 7 7 7 1 1 1 7 7 7 7 7 7 1 1 1 7 7 7 7 7 7 7	TIPOS: OUENA 1 2 3 GRANULAR 1 2 3 BLOCOS ANGULARES 1 2 3 BLOCOS SUBANGULARES 1 2 3 LAMINAR ANDE 1 2 3 CUNEFORME ANDE 1 2 3 PARALELEPIPÉDICA	ARES 11 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	MPLES MPLES MODES COMPOSTA DE	QUANTIDADE: GRAU: POUCA COMUM MODERADA ABUNDANTE FORTE COESÃO: MODERADAMENTE COESO	SUPERF COM	QUANTIDAD
CONSISTÊNCIA:						FORTEMENTE COESO	BRILHANIE	ABUNDANTE FORTE
SECA: SOLTA MACIA MIG.DURA UIG.DURA DURA MUITO DURA	ÚMIDA: SOLTA FIRME FRIME MUITO FRIÁVEL MUITO FIRME EXTR. FIRME	MOLHADA: PLASTICIDADE: NAO PLASTICA LIG. PLASTICA PLÁSTICA MUTTO PLÁSTICA	PEGAJOSIDADE: NÃO PEGAJOSA LIG. PEGAJOSA PEGAJOSA MUITO PEGAJOSA	RAIZES: TAMANHO: MUITO FINAS F	QUANTIDADE: POUCAS COMUNS ABUNDANTES ABUNDANTES	TAMANHO: MUITO PEQUENOS PEQUENOS MEDIOS GRANDES MUITO GRANDES	QUANTIDADE: POUCOS COMUNS ABUNDANTES ABUNDANTES SEM POROS VISÍVEIS	TOPOGRAFIA: CONTRASTE: PLANA ABRUPTA CONDULADA CLARA CLARA IRREGULAR GRADUAL OUEBRADA DIFUSA
			TOW OF CHOOSE	ш	0,-1	-		
SÍMBOLO: (PROFUNDIDADE (cm):		201	MATRIZ COR DE FUNDO CÓDIGO MUNSELL: CÓDIGO MUN	SZ	OFIZONT	código munsell.	TEXTURA: AREIA AREIA FRANCA FRANCO-ARENOSA	ARGILA SA ARGILOARENOSA SNOSA ARGILOSSILTOSA
ESPE	ESPESSURA (cm):	UMIDA AMASSADA	1123co	3 COMUM 1 2 3 MEDIA 3 ABUNDANTE 1 2 3 GRANDE	DIA 1123 DISTINTA ANDE 1123 PROEMINENTE	NTE (3	FRANCO FEANCO-ARG	FRANCO FRANCO-ARGILOARENOSA MUITO ARGILOSA
CASCALHO:	ESTRUTURA:				CEROS	CEROSIDADE:	FRANCO-ARGILOSA	
CASCALHENTA CASCALHENTA CASCALHENTA CASCALHENTA	GRAU:	TAMANHO: ADA 2 MUNTO PEQUENA 2 PEQUENA 2 NEDA 2 SANNE	QUENA TIPOS: QUENA TES GRANULAR BLOCOS ANGULARES BLOCOS SUBANGULARES CONGINAR ANDE CONGINERORME CONGINERORME ANDE CONGIN	222222	OUA PLES MACIÇO COMPOSTA DE	OUANTIDADE: GRAU: POUCA FRACA MODERADA GOMUIM MODERADA FORTE COESÃO:	SUPERF	QUANTIDAD
CONSISTÊNCIA:					F	FORTEMENTE COESO		
SECA: SOLTA MACIA LIG DURA DURA MUITO DURA EXTR. DURA	ÚMIDA: SOLTA FIRME MUITO FRIÁVEL FRIÁVEL MUITO FIRME	MOLHADA: PLASTICIDADE: NAO PLÁSTICA IL PLASTICA PLÁSTICA MUITO PLÁSTICA	PEGAJOSIDADE: NÃO PEGAJOSA LIG. PEGAJOSA PEGAJOSA MUITO PEGAJOSA	RAÍZES: TAMANHO: MUITO FINAS MÉDIAS GROSSAS MUITO GROSSAS	QUANTIDADE: POUCAS COMUNS ABUNDANTES AUSENTES	POROS: TAMANHO: MUITO PEQUENOS PEQUENOS MÉDIOS GRANDES GRANDES MUITO GRANDES	QUANTIDADE: POUCOS COMUNS COMUNS ABUNDANTES SEM POROS VISÍVEIS	TRANSIÇÃO: TOPOGRAFIA: CONTRASTE PLANA ABRUPTA ONDULADA CARA IRREGULAR RREGULAR GRADUAL OUEBRADA DIFUSA
OBSERVAÇÕES:								
Nota: os números	s 1.2 e 3 dentro de	Nota: os números 1, 2 e 3 dentro dos boxes são opcões para até três		mana do tipos do circa	nossibilidades de ocorrência de tinos de estruturas e cores em um mesmo horizonte/camada	amo horizonte/camada		

IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais

Equipe técnica

Diretoria de Geociências

Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais

Celso José Monteiro Filho

Coordenação temática

Virlei Álvaro de Oliveira

Gerência de Recursos Naturais da Unidade Estadual de Goiás

Edgard da Costa Freire

Coordenação técnica e planejamento geral da publicação

Virlei Álvaro de Oliveira

Pesquisa, revisão, atualização e elaboração do texto

Virlei Álvaro de Oliveira

Glailson Barreto Silva

Sergio Hideiti Shimizu

Antônio José Wilman Rios

Antônio Gladstone Carvalho Fraga

Nelson Lara da Costa

Rosângela Garrido Machado Botelho

Antônio Santos Silva Novaes

Daniel Ramos Pontoni

Paula Suélen Corrêa de Medeiros

Participantes e colaboradores

Celso Gutemberg Souza

Péricles Prado

José Marcos Moser

Paula Regina Gonçalves dos Santos

Glória Vanicore Ribeiro

Francisco Ferreira Fortunato

Marília Barreto Paulucci

Rafael Ramalho Cunha e Silva

Francisco Tadeu Sbano

Consultoria

Paulo KlingerTito Jacomine



Projeto Editorial

Centro de Documentação e Disseminação de Informações

Coordenação de Produção

Marise Maria Ferreira

Gerência de Editoração

Estruturação textual, tabular e de gráficos

Beth Fontoura Katia Vaz Cavalcanti Marisa Sigolo

Diagramação tabular

Beth Fontoura

Diagramação textual

Solange Maria Mello de Oliveira

Tratamento de imagens

Mônica Pimentel Cinelli Ribeiro

Programação visual da publicação

Luiz Carlos Chagas Teixeira

Produção de multimídia

LGonzaga Márcia do Rosário Brauns Mônica Pimentel Cinelli Ribeiro Roberto Cavararo

Gerência de Documentação

Pesquisa e normalização bibliográfica

Ana Raquel Gomes da Silva Edgard de Albuquerque Sant'anna (Estagiário) Elizabeth de Carvalho Faria Lioara Mandoju Maria Socorro da Silva Araújo Nádia Bernuci dos Santos Solange de Oliveira Santos Vera Lucia Punzi Barcelos Capone

Padronização de glossários

Ana Raquel Gomes da Silva

Elaboração de quarta capas

Ana Raquel Gomes da Silva

Gerência de Gráfica

Impressão e acabamento

Maria Alice da Silva Neves Nabuco

Gráfica Digital

Impressão

Ednalva Maia do Monte