

número

4

MANUAL
TÉCNICO DE
PEDOLOGIA

2ª edição

Presidente da República
Luiz Inácio Lula da Silva

Ministro do Planejamento, Orçamento e Gestão
Paulo Bernardo Silva

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE

Presidente
Eduardo Pereira Nunes

Diretor-Executivo
Sérgio da Costa Côrtes

ÓRGÃOS ESPECÍFICOS SINGULARES

Diretoria de Pesquisas
Wasmália Socorro Barata Bivar

Diretoria de Geociências
Luís Paulo Souto Fortes

Diretoria de Informática
Luiz Fernando Pinto Mariano

Centro de Documentação e Disseminação de Informações
David Wu Tai

Escola Nacional de Ciências Estatísticas
Sérgio da Costa Côrtes (interino)

UNIDADE RESPONSÁVEL

Diretoria de Geociências

Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais
Celso José Monteiro Filho

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

2^a edição

Rio de Janeiro
2007

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 85-240-3723-7 (CD-ROM)

ISBN 978-85-240-3722-9 (meio impresso)

© IBGE. 1ª edição 1994

2ª edição 2007

Elaboração do arquivo PDF

Roberto Cavararo

Produção da multimídia

Marisa Sigolo Mendonça

Márcia do Rosário Brauns

Capa

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

Sumário

Apresentação

Introdução

Manual técnico de pedologia

Pequeno histórico da pedologia no Brasil

Caracterização geral do solo

Conceito de solo

Taxonomia de solos

Descrição morfológica de perfis de solos

Nomenclatura de horizontes e camadas de solos

Definição de horizontes e camadas

Definição de símbolos e sufixos de horizontes e camadas

Comparação da simbologia que qualifica horizontes e camadas principais

Características morfológicas

Transição

Profundidade e espessura dos horizontes e camadas

Cor

Granulometria e textura

Estrutura
Consistência

**Outras características morfológicas
(ocorrência ocasional)**

Cerosidade
Superfícies de compressão
Superfícies de fricção - Slickensides
Superfícies foscas
Cimentação
Coesão
Eflorescências
Nódulos e concreções minerais
Conteúdo de carbonatos e manganês

**Outros aspectos a serem observados na
descrição dos solos**

Atividade biológica
Classes de reação do solo
Profundidade
Raízes
Porosidade

Registro das descrições gerais e morfológicas

Critérios para distinção de classes de solos

Atributos diagnósticos

Álico
Atividade da fração argila
Caráter ácrico
Caráter alítico
Caráter alofânico
Caráter alumínico
Caráter aniônico
Caráter argilúvico
Caráter carbonático
Caráter coeso
Caráter com carbonato
Caráter concrecionário
Caráter crômico
Caráter ebânico
Caráter epiáquico
Caráter êutrico
Caráter flúvico
Caráter litoplíntico
Caráter plânico
Caráter plíntico

Caráter rúbrico
Caráter salino
Caráter sálico
Caráter sódico
Caráter solódico
Caráter vértico
Cauliníticos, oxídicos e gibbsíticos
Contato lítico
Contato lítico fragmentário
Cor e teor de óxidos de ferro (hipoférrico, mesoférrico, férrico e perférrico)
Descontinuidade litológica
Epiálico, epidistrófico e epieutrófico
Esmectíticos, vermiculíticos e mistos
Gradiente textural (argílico)
Grau de decomposição do material orgânico
Material mineral
Material orgânico
Material sulfídrico
Micáceo, anfíbolítico, feldspático e silicoso
Mudança textural abrupta
Plintita
Petroplintita
Relação Ki
Relação textural
Saturação por bases (eutrofia e distrofia)

Outros atributos

Autogranulação *self-mulching*
Gilgai
Minerais alteráveis
Relação silte/argila
Constituição esquelética

Horizontes diagnósticos superficiais

Horizonte A antrópico
Horizonte A chernozêmico
Horizonte A fraco
Horizonte A húmico
Horizonte A moderado
Horizonte A proeminente
Horizonte hístico

Horizontes diagnósticos subsuperficiais

Horizonte B espódico
Horizonte B incipiente
Horizonte B latossólico
Horizonte B nítico

Horizonte B plânico
Horizonte B textural
Horizonte concrecionário
Horizonte glei
Horizonte litoplântico
Horizonte plântico
Horizonte vértico

Outros horizontes diagnósticos subsuperficiais

Duripã
Fragipã
Horizonte cálcico
Horizonte E álbico
Horizonte petrocálcico
Horizonte sulfúrico

Levantamentos de solos

Definição

Objetivos

Utilidades

Unidades básicas de referência

Unidades taxonômicas

Unidades de mapeamento

Fases de unidades de mapeamento

Métodos de prospecção

Densidade de observações

Tipos de amostragem

Frequência de amostragem

Bases de referência

Escalas de mapas e cartas

Escala do material básico e de publicação

Área mínima mapeável

Os níveis dos levantamentos de solos e suas implicações

Tipos de levantamentos e de mapas ou cartas de solos

Mapa esquemático
Levantamento exploratório
Levantamento de reconhecimento
Levantamento semidetalhado
Levantamento detalhado
Levantamento ultradetalhado

Trabalhos executados para fins específicos

Estudos expeditos
Levantamento utilitário do meio físico

Roteiro de atividades de campo, escritório e laboratório para execução de levantamentos pedológicos**Elaboração do mapa/carta final de solos**

Convenções adicionais

Relatório final**CrITÉRIOS para elaboração de legenda de solos****Ordenação das classes de solos e dos tipos de terrenos****Simbologia sugerida para tipos de terrenos e outras ocorrências****Cores para mapas/cartas de solos****Tabela - Convenção de cores para mapas/cartas de solos (Sistemas PANTONE, CMYK e RGB)****Avaliações interpretativas de levantamentos de solos em uso no Brasil**

Avaliação de terras no sistema de capacidade de uso
Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras
Classificação de terras para irrigação
Avaliação da susceptibilidade à erosão das terras

Referências**Apêndices****1 CritÉRIOS para distinção das fases de unidades de mapeamento**

- Fases de vegetação primária
- Fases de relevo

- Fases de declividade
- Fases de drenagem
- Fases de pedregosidade
- Fases de rochosidade
- Fases erodida e assoreada
- Fase de substrato

2 Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS)

- A estrutura do sistema
- Formas de grafia das denominações empregadas no SiBCS

3 Informações úteis para execução de levantamentos de solos

- Planejamento do trabalho – escolha da escala e sensores adequados
- Seleção da posição (local) na paisagem onde examinar, descrever e coletar os perfis de solos
- Seleção do melhor ponto para exame
- Seqüência para exame morfológico (descrição e coleta) do perfil
- A coleta de amostras
- Considerações sobre o desenvolvimento dos trabalhos de campo
- Informações adicionais que podem auxiliar os trabalhos de mapeamento

4 Material cartográfico utilizado em levantamentos de solos

- Generalidades
- Sistemas de projeções mais usuais e suas características
- Geoprocessamento
- Material utilizado em levantamentos de solos
- Classificação dos sensores remotos
- Características das imagens de sensoriamento remoto
- Evolução e características dos sistemas sensores
- Critérios para seleção de imagens

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

- Determinações físicas
- Determinações químicas
- Determinações especiais
- Determinações em pasta saturada (extrato de saturação)
- Determinações de campo

6 Apresentação de resultados analíticos

7 Principais solos do Brasil

8 Dados auxiliares

Figuras

- 1 - Perfil de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico. Goiânia – GO
- 2 – Exemplos de tipos de transição
- 3 – Exemplo de tomada de profundidades e espessuras para solos com transição plana e ondulada
- 4 – Exemplo de tomada de profundidades e espessuras para solos com mais de um horizonte ou camada apresentando transição ondulada ou irregular
- 5 – Exemplo de tomada de profundidades e espessuras para solos com transição descontínua ou quebrada, entre horizontes ou camadas
- 6 – Exemplo de tomada de profundidades e espessuras para solos com ocorrência de lamelas
- 7 – Arranjo de notações e padrões de cores em uma carta de cores para solos
- 8 – Exemplos de percentuais de mosqueados
- 9 – Triângulo textural: classes texturais da fração terra fina
- 10 – Guia para agrupamentos de classes de textura
- 11 – Exemplos de tipos de estrutura
- 12 – Critérios para determinação da plasticidade
- 13 – Unidades de área (U.A.) para as várias classes de tamanho de raízes
- 14 – Exemplos de mapas de solos de uma mesma área, elaborados em escalas diferentes
- 15 – Exemplos de mapas de solos elaborados em níveis diferenciados e utilizando sensores remotos diferentes
- 16 – Exemplo de preenchimento de etiquetas
- 17 – Formulário para apresentação de resultados analíticos
- 18 – Delimitação esquemática dos principais solos brasileiros
- 19 – Principais ocorrências dos Argissolos
- 20 – Principais ocorrências dos Cambissolos
- 21 – Principais ocorrências dos Chernossolos
- 22 – Principais ocorrências dos Espodossolos
- 23 – Principais ocorrências dos Gleissolos

- 24 – Principais ocorrências dos Latossolos
- 25 – Principais ocorrências dos Luvisolos
- 26 – Principais ocorrências dos Neossolos
- 27 – Principais ocorrências dos Nitossolos
- 28 – Principais ocorrências dos Planossolos
- 29 – Principais ocorrências dos Plintossolos
- 30 – Principais ocorrências dos Vertissolos
- 31 – Exemplos de percentual de área coberta
- 32 – Modelo de ficha para descrição morfológica dos solos no campo

Fotos

- 1 – “Stone line” (pedras subarredondadas) em perfil de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico. Anápolis – GO
- 2 – “Stone line” (pedras angulosas) em perfil de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico. Posse – GO
- 3 – Paleossolo recoberto por espessa camada de sedimentos. Petrópolis – RJ
- 4 – Capa do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS
- 5 – Exemplo de tomada de cores
- 6 – Exemplo de tomada de cores
- 7 – Detalhe de coleta de amostra indeformada para análise da microestrutura
- 8 – Lâmina delgada de solo vista no microscópio ótico sob luz natural. Pode-se observar grãos do esqueleto (E), poros (V) e separações plásmicas (P)
- 9 – Exame da macroestrutura em campo
- 10 – Exemplos de estrutura grande prismática
- 11 – Exemplo de estrutura muito grande prismática (subtipo colunar)
- 12 – Exemplo de estrutura muito grande prismática (subtipo colunar)
- 13 – Exemplo de estrutura muito grande prismática
- 14 – Exemplos de estrutura grande em blocos angulares
- 15 – Exemplos de estrutura média em blocos subangulares e angulares
- 16 – Exemplos de estrutura muito grande em blocos subangulares
- 17 – Exemplos de estrutura muito pequena, pequena e média granular
- 18 – Exemplos de estrutura média e grande granular

- 19 – Aspecto de estruturas cuneiforme e paralelepípedica em perfil de Vertissolo
- 20 – Determinação da consistência em amostra seca
- 21 – Preparação da amostra para avaliação da plasticidade
- 22 – Avaliação da plasticidade
- 23 – Avaliação da pegajosidade
- 24 – Observação da presença de cerosidade em amostra de solo
- 25 – Slickensides
- 26 – Slickensides
- 27 – Ocorrência de eflorescência na superfície do solo. Região Nordeste (Sertão de Alagoas)
- 28 – Concreções de CaCO_3 . Jaguarão – RS
- 29 – Concreções ferruginosas. Brasília – DF
- 30 – Caráter ebânico em perfil de CHERNOSSOLO EBÂNICO. Ipiaú – BA
- 31 – Perfil de Gleissolo com camadas estratificadas (caráter flúvico)
- 32 – Contato lítico em perfil de PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário léptico. Niquelândia – GO
- 33 – Contato lítico fragmentário em perfil de NEOSSOLO LITÓLICO Chernossólico fragmentário. Ciríaco - RS
- 34 – Detalhe de ocorrência de plintita
- 35 – Petroplintita (canga laterítica)
- 36 – Microrrelevo tipo gilgai
- 37 – Perfil de LATOSSOLO AMARELO Distrófico antrópico (Terra Preta do Índio). Parintins – AM
- 38 – Perfil de ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico chernossólico. Juscimeira – MT
- 39 – Perfil de PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico. Poconé – MT
- 40 – Perfil de CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico típico. Campinápolis – MT
- 41 – Perfil de ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrupto. São Mateus – ES
- 42 – Perfil de GLEISSOLO MELÂNICO^{Tb} Distrófico típico. Nova Xavantina – MT
- 43 – Perfil de ORGANOSSOLO FÓLICO Hístico lítico. Urubici – SC
- 44 – Perfil de ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico típico. Porto Belo – SC
- 45 – Ortstein

- 46 – Horizonte plácico em perfil de ARGISSOLO AMARELO. Goiana – PE
- 47 – Perfil de CAMBISSOLO HÁPLICOTb Eutrófico chernossólico. Nazaré da Mata – PE
- 48 – Perfil de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico. Juruena – MT
- 49 – Perfil de NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico. Ceres – GO
- 50 – Perfil de PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico. Caruaru – PE
- 51 – Perfil de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico. Cerquilho – SP
- 52 – Lamelas em perfil de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico arênico, abrupto. São Pedro – SP
- 53 – Perfil de LATOSSOLO AMARELO Distrófico petroplântico. Natividade – TO
- 54 – Horizonte glei em perfil de GLEISSOLO HÁPLICOTb Distrófico plântico. Brasília – DF
- 55 – Horizonte litoplântico em perfil de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico petroplântico. Edéia – GO
- 56 – Perfil de PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico. São Miguel do Araguaia – GO
- 57 – Duripã em perfil de ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico dúrico, espessarêncico. Goiana – PE
- 58 – Fragipã em perfil de ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico abrupto fragipânico. Usina Coruripe. Coruripe – Al
- 59 – Perfil de PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico. São Miguel do Araguaia – GO
- 60 – Aspecto da formação de crosta de jarosita em área drenada de GLEISSOLO TIOMÓRFICO. Aracruz – ES
- 61 – Afloramento de Rocha. Urubici – SC
- 62 – Área de Empréstimo. Goiânia – GO
- 63 – Dunas. Florianópolis – SC
- 64 – Lixão. Canaã dos Carajás – PA
- 65 – Praia. Jeriquaçuara – CE
- 66 – Área Urbanizada. Goiânia – GO
- 67 – Campo de Futebol. Goiânia – GO
- 68 – Floresta Equatorial Perenifólia / Floresta Ombrófila Densa. Juruti – PA
- 69 – Floresta Equatorial Hidrófila de Várzea / Floresta Ombrófila Aberta Aluvial. Parintins – AM
- 70 – Campo Equatorial Higrófilo de Várzea / Campinarana Gramíneo-Lenhosa (1º plano). Campinarana Arborizada (2º plano). Cruzeiro do Sul – AC

- 71 – Floresta Tropical Perenifólia / Floresta Ombrófila Densa. Aripuanã – MT
- 72 – Floresta Tropical Perenifólia / Floresta Ombrófila Densa. Juína – MT
- 73 – Floresta Tropical Caducifólia / Floresta Estacional Decidua. São Fidélis – RJ
- 74 – Floresta Tropical Subperenifólia / Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica). Nova Friburgo – RJ
- 75 – Floresta Subtropical Perenifólia / Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica). Serra de Lages – SC
- 76 – Floresta Subtropical Subperenifólia / Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária). Lebon Régis – SC
- 77 – Floresta Subtropical Subcaducifólia / Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária)
- 78 – Floresta não Hidrófila de Restinga / Formações Pioneiras de Influência Marinha. Região dos Lagos – RJ
- 79 – Restinga Arbustiva e Campo de Restinga / Formações Pioneiras de Influência Marinha. Região dos Lagos – RJ
- 80 – Restinga Arbustiva e Campo de Restinga / Formações Pioneiras de Influência Marinha. São João da Barra (Grussaí) – RJ
- 81 – Cerradão Tropical Subcaducifólio / Savana Florestada. Região Nordeste de Goiás
- 82 – Cerradão Tropical Subcaducifólio / Savana Arbórea Densa (Carrasco). Chapada dos Parecis – MT
- 83 – Cerrado Tropical Subcaducifólio / Savana Arborizada. Cocalzinho – GO
- 84 – Cerrado Tropical Caducifólio / Savana Arborizada. Novo Acordo – TO
- 85 – Campo Cerrado Tropical / Savana Parque. Parque das Emas – GO
- 86 – Vereda Tropical / Savana Gramíneo-Lenhosa com Floresta de Galeria. Parque Estadual do Jalapão – TO
- 87 – Caatinga Hiperxerófila / Savana Estépica Parque. Sertão Nordestino
- 88 – Caatinga Hiperxerófila / Savana Estépica Parque. Petrolina – PE
- 89 – Caatinga Hipoxerófila / Savana Estépica Arborizada. Jaíba – MG
- 90 – Campo Equatorial Hidrófilo de Várzea / Formações Pioneiras de Influência Fluvial. Planície do rio Amazonas. Parintins – AM

- 91 – Campo Tropical / Savana Gramíneo-Lenhosa. Nova Brasilândia – MT
- 92 – Campo Subtropical Subúmido / Estepe Parque. Bagé – RS
- 93 – Manguezal / Formações Pioneiras de Influência Fluviomarinha. Carutapera – MA
- 94 – Formação Rupestre / Savana Parque. Chapada dos Veadeiros – GO
- 95 – Campo Subtropical Subúmido / Estepe Parque (Parque de Espinilho da barra do rio Quaraí). Barra do Quaraí – RS
- 96 – Relevo plano. Chapada dos Parecis – MT
- 97 – Relevo suave ondulado. Rio Branco – AC
- 98 – Relevo ondulado. Nova Brasilândia – MT
- 99 – Relevo forte ondulado com topos abaulados (em “meia laranja”). Ponte Nova – MG
- 100 – Relevo forte ondulado com topos aguçados. Santo Antônio do Escalvado – MG
- 101 – Relevo montanhoso. Vale do rio Iguaçu – PR
- 102 – Relevo montanhoso. São Fidélis – RJ
- 103 – Relevo montanhoso. Ponte Nova – MG
- 104 – Relevo escarpado. Nova Friburgo – RJ
- 105 – Relevo escarpado. São Domingos – GO
- 106 – Microrrelevo tipo “gilgai”
- 107 – Murundus. Chapada dos Parecis – MT
- 108 – Murundus. Iramaia – BA
- 109 – Dolina. Janaúba – MG
- 110 – Duna. Delta do Parnaíba – PI
- 111 – Sambaqui. Ilha Comprida – SP
- 112 – Cordilheiras e vazantes/corixos. Poconé – MT
- 113 – Dique marginal do rio Paraná. Divisa SP/MS
- 114 – Dique marginal do rio Santo Antônio. Gurupi – TO
- 115 – Cultivo de hortaliças sobre dique do rio Cuiabá. Cuiabá – MT
- 116 – Cavidade
- 117 – Cavidade (“sumidouro” em fundo de dolina)
- 118 – Microrrelevo tipo “folha de zinco”. Praia de Grussaí. São João da Barra – RJ
- 119 – Talus de sopé de escarpa. São Domingos – GO
- 120 – Classe extremamente pedregosa. Juína – MT
- 121 – Fase pedregosa I. Ribeira – SP
- 122 – Fase pedregosa II. Niquelândia – GO
- 123 – Fase pedregosa III. Niquelândia – GO
- 124 – Classe ligeiramente rochosa. Juruena – MT

- 125 – Classe rochosa. Juruena – MT
- 126 – Classe muito rochosa. Juruena – MT
- 127 – Erosão eólica. Chapadão dos Gaúchos – MS
- 128 – Erosão laminar. Ervália – MG
- 129 – Erosão laminar e em sulcos. Cassilândia – MS
- 130 – Erosão em sulcos. Uraí – PR
- 131 – Erosão em ravinas. Ceres – GO
- 132 – Erosão em voçoroca. São Gabriel d’Oeste – MS
- 133 – Erosão em voçoroca. Costa Rica – MS
- 134 – Erosão em voçoroca. Jataí – GO
- 135 – Perfil de ORGANOSSOLO HÁPLICO Sáprico típico, fase assoreada. Campo Erê – SC
- 136 – Perfil de GLEISSOLO HÁPLICOTb Distrófico plúntico, fase assoreada. Primavera do Leste – MT
- 137 – Limpeza de barranco para exame e coleta
- 138 – Trincheira aberta para exame e coleta
- 139 – Preparo de perfil em barranco para fotografia e exame
- 140 – Avaliação da textura em campo através do tato
- 141 – Preparação da amostra para avaliação da textura em campo
- 142 – Descrição e coleta de amostras de solo em trincheira
- 143 – Detalhe de coleta de amostra de solo indeformada (anel de Kopecky)
- 144 – Exposição de horizonte espódico por erosão em leito de estrada. Área de Campinarana. Cruzeiro do Sul – AC
- 145 – Aspecto de córrego com água escura, cor de “coca-cola”.
- 146 – Tradagem em área de ORGANOSSOLO. Brasília – DF
- 147 – Utilização do ímã para estimativa do teor de ferro
- 148 – Limalhas de ferro na superfície do terreno
- 149 – Fendas na superfície de VERTISSOLO
- 150 – Desalinhamento de mourões de cerca em área de VERTISSOLO
- 151 – Desalinhamento de postes em área de solos com argila expansiva. Uruguaiana – RS
- 152 – Aspecto de pavimento desértico. Cabrobó – PE
- 153 – Aspecto de barranco em área de PLANOSSOLO NÁTRICO. Pantanal “Chaquenho”.
- 154 – Ombreira. Tarauacá – AC
- 155 – Palmeira bacuri – *Attalea phalerata*

- 156 – Palmeira bacuri – *Attalea phalerata*
- 157 – Palmeira buriti – *Mauritia flexuosa*
- 158 – Palmeiras buriti – *Mauritia flexuosa*
- 159 – Palmeira carandá – *Copernicia alba*
- 160 – Palmeiras carandá – *Copernicia alba*
- 161 – Palmeira carnaúba – *Copernicia prunifera*
- 162 – Palmeiras açai – *Euterpe oleracea*
- 163 – Aroeira – *Miracrodruon urundeuva*
- 164 – Barriguda – *Cavanillesia arborea*
- 165 – Ipê Tabaco – *Zeyheria tuberculosa*
- 166 – Jaracatiá – *Jaracatia spinosa*
- 167 – Lixa – *Aloysia virgata*
- 168 – ARGISSOLO AMARELO Distrófico abruptico.
São Mateus – ES
- 169 – ARGISSOLO VERMELHO Alumínico abruptico.
Piracicaba – SP
- 170 – ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Alumínico típico
(Rubrozém). Curitiba – PR
- 171 – ARGISSOLO BRUNO-ACINZENTADO Alítico típico.
Telêmaco Borba – PR
- 172 – CAMBISSOLO HÁPLICOTb Distrófico típico.
Paranatinga – MT
- 173 – CAMBISSOLO HÁPLICOTb Distrófico típico.
Mateiros – TO
- 174 – CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico típico (Cambissolo
Bruno Húmico). São Joaquim – SC
- 175 – CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico.
Juscimeira – MT
- 176 – CHERNOSSOLO EBÂNICO Órtico típico. Campanha
Gaúcha – RS
- 177 – CHERNOSSOLO RÊNDZICO Saprolítico típico.
Italva – RJ
- 178 – CHERNOSSOLO RÊNDZICO Saprolítico típico.
Irecê – BA
- 179 – ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico arênico.
Canavieiras – BA
- 180 – ESPODOSSOLO FERRILÚVICO Órtico dúbico (ortstein
a partir de 60cm). Recife – PE
- 181 – ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico dúbico
(duripã a partir de 80cm). Conde – BA
- 182 – GLEISSOLO MELÂNICO Tb Eutrófico neofluvissólico.
São Miguel do Araguaia – GO
- 183 – GLEISSOLO MELÂNICO Tb Distrófico típico.
Nova Xavantina – MT

- 184 – GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico neofluvissólico.
São Miguel do Araguaia – GO
- 185 – GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico petroplíntico.
Jacara – MT
- 186 – GLEISSOLO TIOMÓRFICO Órtico neofluvissólico.
Aracruz – ES
- 187 – LATOSSOLO BRUNO Ácrico típico. Castro – PR
- 188 – LATOSSOLO BRUNO Distrófico húmico. Muitos
Capões – RS
- 189 – LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico. Campos dos
Goytacazes – RJ
- 190 – LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico.
Juruti – PA
- 191 – LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico.
Jataí – GO
- 192 – LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico.
Jataí – GO
- 193 – LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico.
Barro Alto – GO
- 194 – LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico.
Rondonópolis – MT
- 195 – LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico.
Caçu – GO
- 196 – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico.
Jacara – MT
- 197 – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico.
Juína – MT
- 198 – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico.
Jaíba – MG
- 199 – LUVISSOLO HÁPLICO Órtico típico. Feijó – AC
- 200 – LUVISSOLO CRÔMICO Órtico solódico.
Cabrobó – PE
- 201 – LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico.
Cruzeiro do Sul – AC
- 202 – NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico fragipânico.
Garanhuns – PE
- 203 – NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, substrato
filito. Rondonópolis – MT
- 204 – NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico.
Rondonópolis – MT
- 205 – NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico típico.
Parque Estadual do Jalapão – TO
- 206 – NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico chernossólico, subs-
trato basalto. Bagé – RS

- 207 – NEOSSOLO FLÚVICO Psamítico típico. Margem do rio Tocantins. Peixe – TO
- 208 – NEOSSOLO FLÚVICO Psamítico típico. Terraço do rio de Contas. Ipiaú – BA
- 209 – NEOSSOLO LITÓLICO Húmico típico. São José dos Ausentes – SC
- 210 – NITOSSOLO BRUNO Distrófico típico. Lages – SC
- 211 – NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico. Castanheira – MT
- 212 – NITOSSOLO VERMELHO Distrófico típico. Oriximiná – PA
- 213 – NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico. Ceres – GO
- 214 – ORGANOSSOLO HÁPLICO Sáprico típico. Campo Erê – SC
- 215 – ORGANOSSOLO HÁPLICO Sáprico térreo. Parque Estadual do Jalapão – TO
- 216 – ORGANOSSOLO FÓLICO Hêmico típico. Chapada dos Veadeiros – GO
- 217 – PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico. Pelotas – RS
- 218 – PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico. Caruaru – PE
- 219 – PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico (Solonetz Solodizado “cabeça vermelha”). Petrolina – PE
- 220 – PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico. Pantanal Mato-grossense. Poconé – MT
- 221 – PLANOSSOLO NÁTRICO Sálico dúrico. Cabo Frio – RJ
- 222 – PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico. Ilha de Marajó – PA
- 223 – PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico. São Miguel do Araguaia – GO
- 224 – PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico espessarênico. Natividade – TO
- 225 – PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário argissólico. São Félix do Araguaia – MT
- 226 – PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário léptico. Niquelândia – GO
- 227 – PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico. Canarana – MT
- 228 – PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplíntico típico. São Miguel do Araguaia – GO
- 229 – Paisagem de PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplíntico típico. Reisópolis – GO

- 230 – VERTISSOLO HIDROMÓRFICO Órtico típico. Pantanal Mato-grossense. Poconé – MT
- 231 – VERTISSOLO HÁPLICO Órtico típico. Souza – PB
- 232 – VERTISSOLO HÁPLICO Sódico típico. Sertão Pernambucano

Quadros

- 1 – Comparação da simbologia que qualifica horizontes e camadas principais
- 2 – Correspondência em português para os nomes de cores
- 3 – Caracterização de mosqueados quanto ao contraste
- 4 – Classes de estrutura
- 5 – Relação entre escalas de mapas/cartas, distância e área mínima mapeável nos terrenos
- 6 – Diferenciação de mapas/cartas e tipos de levantamentos de solos
- 7 – Convenções para plotagem de pontos amostrais
- 8 – Critérios para ordenação de legendas de solos
- 9 – Ordem de apresentação das classes de solos e simbologia correspondente
- 10 – Equivalência aproximada dos sistemas de classificação da vegetação
- 11 – Etimologia dos termos usados no 1º nível categórico do SiBCS e principais características associadas
- 12 – Correlação entre as subordens do SiBCS e a classificação utilizada anteriormente
- 13 – Principais “plantas indicadoras” endêmicas no Brasil
- 14 – Principais espécies invasoras
- 15 – Aplicações dos canais espectrais do LANDSAT/TM
- 16 – Conversão das unidades usadas anteriormente para as unidades do sistema internacional (SI) e unidades adotadas pelo CNPS/EMBRAPA
- 17 – Unidades do sistema internacional adotadas pelo CNPS/EMBRAPA para determinações físicas e precisão decimal
- 18 – Unidades do sistema internacional adotadas pelo CNPS/EMBRAPA para determinações químicas e precisão decimal
- 19 – Unidades do sistema internacional (SI) adotadas por algumas instituições, para as várias regiões do Brasil

- 20 – Lista de equipamentos para trabalhos de campo
- 21 – Alguns fatores para conversão de unidades
- 22 – Nomes das cores em português para os códigos do livro Munsell soil color charts

Tabela

Convenção de cores para mapas/cartas de solos (sistemas PANTONE, CMYK e RGB)

Apresentação

O IBGE, através da Diretoria de Geociências, tem a satisfação de apresentar à sociedade brasileira o 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.

Os Manuais Técnicos para os vários temas ambientais foram divulgados a partir de 1991, inicialmente 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 extra-institucional.

Esta edição oferece uma versão atualizada do Manual Técnico de Pedologia, lançado em 1995, abordando, em documento único e conciso, todas as modificações e evoluções ocorridas no Brasil na área de gênese e classificação de solos, com destaque especial para as modificações inerentes ao recém lançado Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS.

A Diretoria de Geociências do IBGE, através da equipe executora deste projeto, agradece a todos que colaboraram de alguma forma para a realização do mesmo, entre os quais pessoas físicas, jurídicas e empresas estatais e privadas.

Luiz Paulo Souto Fortes
Diretor de Geociências

Introdução

No início da década de 1980, a equipe técnica do Projeto RADAMBRASIL foi absorvida pelo 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 Manual Técnico, baseada em diversas publicações do então Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos – SNLCS, da Embrapa (organismo normatizador oficial brasileiro das ações na área de Pedologia) e em algumas publicações internacionais 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.

Os fatos acima e os grandes avanços verificados na ciência do solo nos últimos anos, especialmente na área de Pedologia, que no Brasil teve como fato marcante o lançamento do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS, determinaram a necessidade de elaboração de uma nova edição daquele Manual Técnico, atualizada, contemplando todas as inovações pertinentes.

A presente edição traz como importante novidade em relação à anterior, o fato de ter sido elaborada com a colaboração de técnicos do Centro Nacional de Pesquisa de Solos - CNPS da Embrapa (Embrapa Solos) e de outros pesquisadores não pertencentes ao quadro de funcionários do IBGE.

Além da atualização de conceitos, critérios e normas, em função do que é adotado atualmente pela Embrapa Solos e das inovações atreladas ao Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, a presente edição traz, também, na forma de apêndices, 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 (Sistema Internacional e Embrapa Solos); informações sobre o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos; e ainda algumas recomendações úteis para execução de levantamento de solos.

Importante esclarecer que os conceitos e definições relacionados a atributos e horizontes diagnósticos, bem como as informações sobre o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS, constantes desse documento, representam o que estava em vigor no Brasil até a data de sua publicação. Fica, porém, o alerta de que podem vir a sofrer modificações ou ajustes, em função das necessidades/conveniências atreladas ao desenvolvimento e aperfeiçoamento do SiBCS.

Ao longo do texto as referências a tipos de solos, foram feitas de acordo com a terminologia constante no *Sistema brasileiro de classificação de solos* (2006) e, quando julgado conveniente, foi mencionada em seguida à denominação correspondente, a classificação usada anteriormente, entre parênteses.

Com o intuito de levar ao usuário um documento rico em informações visuais, constam desta edição 264 ilustrações, das quais 32 caracterizadas como figuras e 232 como fotografias. Algumas delas foram extraídas e/ou adaptadas de obras consagradas, e outras, como no caso principalmente de fotografias, foram gentilmente cedidas por pesquisadores da Fundação IBGE ou pertencentes a outras instituições. Nestes casos, consta em seguida à numeração e legenda de cada uma, a citação da fonte de origem ou do autor. Nos casos em que esta informação não é fornecida, significa tratar-se de material de autoria da coordenação técnica do trabalho.

Considerando que há muito, profissionais das áreas de planejamento e, particularmente, executores de mapeamento de solos, ressentem-se da falta de

um documento com informações sobre os levantamentos de solos realizados no Brasil, e por entender ser este tipo de informação de grande relevância para a ciência do solo e para o Brasil, o IBGE levantou informações de fontes diversas e as apresenta sob a forma de Banco de Dados Relacional no CD-ROM que acompanha esta publicação.

Trata-se de um esforço inicial no sentido de organizar uma base preliminar com tal tipo de informação, e o propósito maior é que este constitua o primeiro passo para montar um grande Banco de Dados, na medida em que sejam desenvolvidos novos trabalhos e que os senhores usuários e executores de levantamentos passem a colaborar, enviando dados de levantamentos existentes, ainda não inseridos na presente relação.

Esta relação foi organizada com base em fontes diversas, dentre as quais: informações diretas do(s) autor(es), ou da empresa ou instituição executora, consulta direta à obra, ou levantamento em anais de congressos e listas de referências bibliográficas. 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, incorporou-se uma coluna com dados de prováveis locais ou instituições, que poderão dispor de elementos sobre a localização da obra. Trata-se de uma informação pouco precisa, visto que boa parte das obras foram realizadas 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 serem propriedade exclusiva das empresas ou organismos contratantes.

As informações contidas na referida listagem, que constitui o documento "Catálogo de Levantamentos de Solos", poderão ser extraídas por regiões geográficas, por Unidades da Federação, por tipos de levantamentos, ou mesmo pela escala dos mapas elaborados, empregando-se o *software* Access 1995.

Informações sobre trabalhos não relacionados podem ser enviadas para o IBGE – Gerência de Recursos Naturais da Unidade Estadual de Goiás (GRN/UE-GO), com referência ao "Manual Técnico de Pedologia", ou para o e-mail virlei@ibge.gov.br.

Objetivando maior versatilidade e facilidade de manuseio, a presente publicação é apresentada em uma versão convencional, impressa, e outra em meio digital, na forma de CD-ROM. Cabe, entretanto, alertar, mais uma vez, que a listagem dos levantamentos pedológicos, por limitação de espaço, constará apenas da versão em meio digital.

Manual técnico de pedologia

Pequeno histórico da pedologia no Brasil¹

As bases da Pedologia, ramo do conhecimento relativamente recente, ou Ciência do Solo como também é chamada, foram lançadas em 1880 na União Soviética por Dokuchaiev, 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;

¹Extraído de Moniz (1997) e *Trajectoria evolutiva do sistema brasileiro de classificação de solos* (1999).

- agrupar solos apropriados para determinadas culturas;
- 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. Em 1892, a Instituição passou ao domínio do Governo Estadual.

Outras instituições antigas são a Escola de Agronomia e Veterinária Eliseu Maciel (Pelotas), fundada em 1892, e a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Piracicaba), fundada em 1900.

A escolha de Campinas para sede da Estação Agronômica obedeceu a razões de ordem econômica, histórica e geográfica.

Em 1935 foi fundada a Seção de Solos do Instituto Agronômico, cujo programa de pesquisa tinha como objetivos:

- estudo de metodologia analítica, física, química e mineralógica;
- caracterização química e física de solos;
- tentativa de identificação das diferentes unidades de solos;
- conceituação sobre teores trocáveis.

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 (São Paulo).

O Instituto José Augusto Trindade, localizado no Município de Sousa (Paraíba), 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 (Paraíba).

Com a criação da Comissão de Solos do Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas 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 1971, o Departamento Nacional da Produção Mineral, preocupado com os recursos naturais da Amazônia, desenvolveu um projeto de sensoriamento remoto dessa região utilizando radares. Sua designação inicial, Radar da 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 carbonitita, 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 edição, o Brasil conta hoje com inúmeros trabalhos de levantamentos de solos, elaborados em vários níveis nas suas diferentes regiões. Instituições oficiais, como a 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 e Relatórios de Impactos ao Meio Ambiente - EIA-RIMAS) e outros. Por iniciativa governamental, é válido mencionar os Estados de São Paulo, que até pouco tempo contava com um programa de levantamentos de solos no nível de semidetalhe desenvolvido pelo Instituto Agrônomo de Campinas, e Pernambuco, que realizou o levantamento de solos de todo o seu território na escala 1:100 000.

Trajatória Evolutiva do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

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 transmutada, 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 e Thorp (1938) e Thorp e Smith (1949).

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos 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 Embrapa as seguintes aproximações do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos: 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.

A retomada como um projeto nacional, de interesse e responsabilidade da comunidade de Ciência do Solo no País e coordenado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos da Embrapa (Embrapa Solos), foi o princípio norteador das novas ações planejadas para a elaboração do Sistema, com base nos estudos anteriores e na evolução dos conhecimentos nesses últimos anos (1995 a 1998). Em Agosto de 2006, foi lançada a 2ª edição do SiBCS.

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 FAO; *Normas e critérios para levantamentos pedológicos* (1989), da Embrapa; *Soil survey manual* (1993), do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos; *Manual técnico de pedologia*, de Souza (1995); *Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos* (1995), da Embrapa; *Manual de descrição e coleta no*

no campo, de Lemos e Santos (1996); *Manual para interpretação de análise de solo*, de Tomé Junior (1997); *Manual de métodos de análise de solo* (1997), da Embrapa; *Field book for describing and sampling soils*, de Schoeneberger e outros (1998); *Sistema brasileiro de classificação de solos* (1999), da Embrapa; *Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys* (1999) do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos; *Field book for describing and sampling soils, version 2.0*, de Schoeneberger e outros (2002); *Manual de descrição e coleta de solo no campo*, de Santos e outros (2005) e *Sistema brasileiro de classificação de solos* (2006), da Embrapa..

Conceito de solo

Dentre as diversas definições de solo, a que melhor se adapta ao levantamento pedológico é a do *Soil taxonomy* (1975) e do *Soil survey manual* (1984):

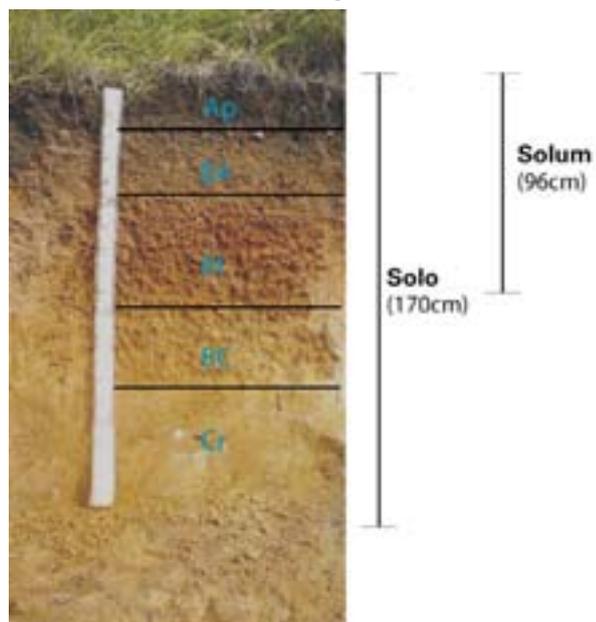
Solo é a coletividade de indivíduos naturais, na superfície da terra, eventualmente modificado ou mesmo construído pelo homem, contendo matéria orgânica viva e servindo ou sendo capaz de servir à sustentação de plantas ao ar livre. Em sua parte superior, limita-se com o ar atmosférico ou águas rasas. 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, presentes acima do material de origem (camadas e horizontes genéticos).

Figura 1- Perfil de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico. Goiânia - GO.



Solum - parte superior e pressupostamente mais intemperizada do perfil do solo, 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. Podem ter natureza distinta ou compatível com as rochas subjacentes.

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 (seixos), geralmente são indícios de descontinuidade entre os solos e as rochas locais. Porém não é uma regra geral, visto que ocorrem linhas de pedras em perfis de solos (angulosas), devido a outros condicionantes.



Foto 1 - Stone line (pedras subarredondadas) em perfil de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico. Anápolis - GO.



Foto 2 - Stone line (pedras angulosas) em perfil de LA-TOSSOLO VERMELHO Distrófico típico. Posse - GO.

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



Paleossolo

Foto 3 - Paleossolo recoberto por espessa camada de sedimentos. Petrópolis - RJ. Neusa Maria Costa Mafra

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 halomórfico 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, talus, cones de dejeção, etc.

Taxonomia de solos

A completa caracterização dos solos tem como maiores objetivos a sua classificação e delimitação cartográfica. Depois de descritos e caracterizados, os solos deverão ser então classificados em sistemas taxonômicos organizados com este propósito. No Brasil, vem sendo desenvolvido um sistema de classificação, disponível na publicação *Sistema brasileiro de classificação de solos* (2006), da Embrapa, 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 quarto nível categórico (Apêndice 2).

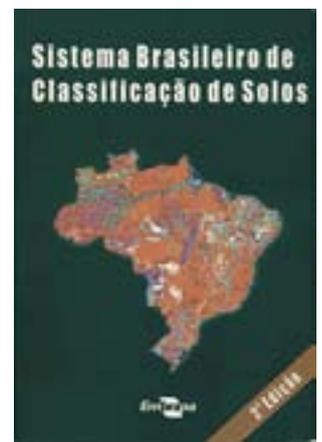


Foto 4 - Capa do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS

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.

A descrição completa do solo, a ser feita quando do seu estudo no campo, deve incluir a delimitação dos horizontes e camadas com identificação e registro das características morfológicas de cada um(a) individualmente, caracterizando transição entre horizontes ou camadas, profundidade e espessura, cor, textura, estrutura, consistência e demais características, cujas conceituações são apresentadas em seguida. Após a descrição procede-se a coleta de amostras.

Nomenclatura de horizontes e camadas de solos

Definição de horizontes e camadas

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 interrelacionamento com outros horizontes componentes do perfil, dos quais se diferencia em virtude de 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), ainda que constituam manifestação de transformações determinadas por processamento da formação dos solos, podem não ser preferidos (escolhidos) para concessão de prerrogativa taxonômica, em termos de características diferenciais para estabelecimento e distinção de classes em sistemas taxonômicos.

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 (taxons) 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.

Derivado de *Soil survey manual* (1981).

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* (1998), da Embrapa.

Para a designação dos horizontes e camadas do solo, usam-se 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 seqüência 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 seqüência, 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.
- Sufixo b, conotativo de horizonte enterrado, deve ser precedido de outro sufixo, quando em notação binária, como por exemplo, Btb.

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

Símbolos 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 seqüência 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, com predomínio de características de horizonte A e algumas características de horizonte B (ou E).

A/B (ou A/E ou A/C) - Horizonte 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, 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, com predomínio de características de horizonte E e algumas características de horizonte A (ou B).

E/A - Horizonte mesclado com partes de horizonte E e de horizonte A, porém com predomínio de material de E.

E/Bt - Presença de lamelas espessas (Bt), dentro de horizonte E.

BA (ou BE) - Horizonte subsuperficial, com predomínio de características de horizonte B e algumas características de horizonte A (ou E).

B/A (ou B/E) - Horizonte 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, CaCO_3 , CaSO_4 , ou de perda de CaCO_3 , ou de acumulação de sesquióxidos; ou com bom desenvolvimento estrutural.

BC - Horizonte subsuperficial, com predomínio de características de horizonte B e algumas características de horizonte C.

B/C - Horizonte mesclado com partes de horizonte B e de horizonte C, porém com predomínio de material de B.

CB (ou CA) - Horizonte subsuperficial, com predomínio de características de horizonte C e algumas características de horizonte B (ou A).

C/B (ou C/A) - Horizonte 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 endure-

cimento 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, que constitui substrato rochoso contínuo ou praticamente contínuo, a não ser pelas poucas e estreitas fendas que pode apresentar.

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 enterrado

Usado com H, 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.

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.

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.

f - Material laterítico 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 do ferro, com ou sem segregação.

h - Acumulação iluvial de matéria orgânica

Usado exclusivamente com B para designar relevante acumulação iluvial, essencialmente de matéria orgânica ou de complexos orgânico-sesquioxídicos amorfos dispersíveis, se o componente sesquioxídico é dominado por alumínio e está presente em quantidade muito inferior em relação à matéria orgânica.

i - Incipiente desenvolvimento de horizonte B

Usado exclusivamente com B para designar transformações pedogenéticas pouco expressivas, que se manifestam como: decomposição fraca do material

originário ou constituintes minerais, associada à formação de argila, desenvolvimento de cor ou de estrutura; alteração química intensa associada a destruição apenas parcial da estrutura da rocha matriz e/ou desenvolvimento de cor em materiais areno-quartzosos.

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.

k̄ - Acumulação de carbonato de cálcio secundário

Usado com A, B e C para designar horizonte de enriquecimento com carbonato de cálcio secundário.

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.

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 ou A para indicar modificações da camada superficial pelo cultivo, pastoreio, ou outras pedoturbações.

q - Acumulação de sílica

Usado com B ou C para designar acumulação de sílica secundária (opala e outras formas de sílica).

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-sesquioxídicos amorfos dispersíveis.

t - Acumulação de argila

Usado exclusivamente com B para designar relevante acumulação ou concentração de argila.

u - Modificações e acumulações antropogênicas

Usado com A e H para designar horizonte formado ou modificado pelo uso prolongado do solo.

v - Características vérticas

Usado com B ou C para designar características vérticas.

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.

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.

Comparação da simbologia que qualifica horizontes e camadas principais

Para fins de correlação, é dada a seguir uma síntese comparativa entre as qualificações utilizadas atualmente e as anteriores.

Quadro 1 - Comparação da simbologia que qualifica horizontes e camadas principais

| Anterior | Atual | Anterior | Atual |
|----------|----------|----------|----------|
| O | O | B1 | BA ou BE |
| O1 | Oo, Ood | - | B/A |
| O2 | Od, Odo | B & A | B/E |
| - | H | B2 | B |
| A | A | B3 | BC |
| - | A/O | - | B/C |
| A1 | A | - | B/R |
| A2 | E | - | F |
| A3 | AB ou EB | C | C |
| AB | - | C1 | CB |
| - | A/B | - | C/B |
| A & B | E/B | - | C/R |
| AC | AC | R | R |
| A/C | A/C | - | B/C/R |
| B | B | | |

Fonte: Definição e notação de horizontes e camadas de solo. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Embrapa, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1998. (Embrapa - SNLCS. Documentos, 3).

Características morfológicas

Transição

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

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

Abrupta - quando 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 a transição é classificada como:

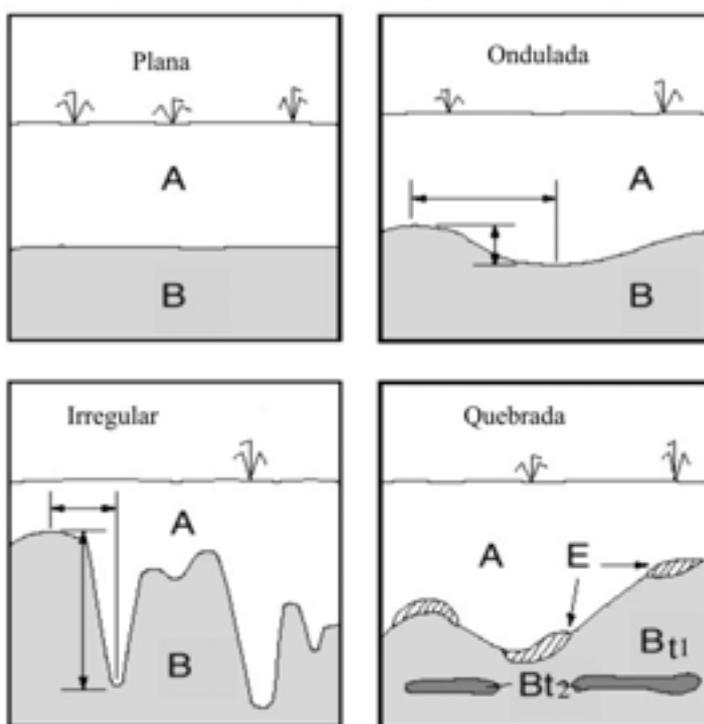
Plana ou horizontal - quando a faixa de separação dos horizontes é praticamente horizontal, paralela à superfície do solo;

Ondulada ou sinuosa - 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;

Quebrada ou descontínua - quando a separação entre os horizontes não é contínua. Neste caso, partes de um horizonte estão parcial ou completamente desconectadas de outras partes desse mesmo horizonte.

Figura 2 - Exemplos de tipos de transição



Adaptado de Schoeneberger e outros (1998).

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

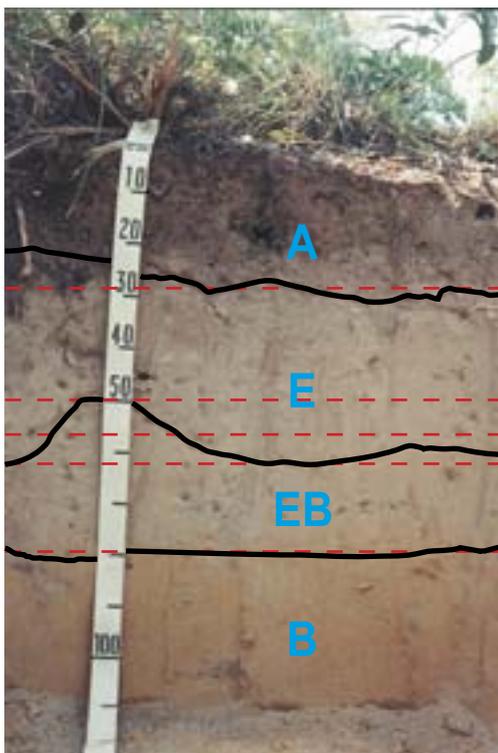
Profundidade e espessura dos horizontes e camadas

Em alguns solos a profundidade dos limites dos horizontes ou camadas, varia dentro do mesmo perfil. Deve-se então registrar a profundidade e espessura verificadas na parte do perfil que é mais comum ou representativa no local 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, efetua-se a medida 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 e fazendo-se a leitura de cima para baixo a partir da marca zero. Para cada um dos horizontes ou camadas, anota-se então 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, conforme exemplos abaixo. Deve-se juntamente anotar a unidade utilizada, preferencialmente centímetros.
- A espessura por sua vez, deve ser anotada ao final da descrição morfológica, sempre que se tratar de horizontes ou camadas com transição ondulada, irregular ou quebrada e deve conter as espessuras dos limites máximos e mínimos.

Figura 3 - Exemplo de tomada de profundidades e espessuras para solos com transição plana e ondulada



Profundidade dos Horizontes

Horizonte A - 0 - 28cm
 Horizonte E - 28 - 56cm
 Horizonte EB - 56 - 78cm
 Horizonte B - 78 - 110cm+

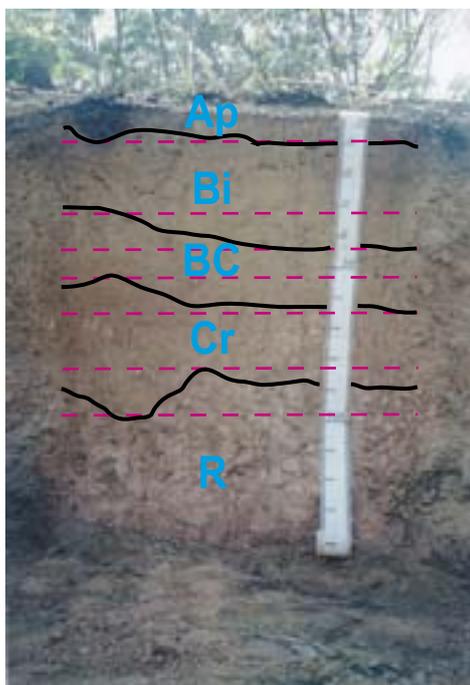
Espessura dos Horizontes

Horizonte A - 28cm
 Horizonte E - 22 - 33cm
 Horizonte EB - 17 - 28cm
 Horizonte B - 32cm+

Nota: Sempre que a profundidade do último horizonte examinado for além da profundidade de observação, utilizar o sinal "+", para indicar que o mesmo se estende a maiores profundidades. Exemplo: 78-110cm+.

Para caso de horizontes ou camadas apresentando transição ondulada ou irregular em seus limites superior e inferior, e em razão disto, com profundidades variáveis em cada um deles, registra-se para as profundidades o valor médio e para a espessura, adota-se os valores mínimos e máximos, considerando-se ambos os limites, conforme exemplo abaixo.

Figura 4 - Exemplo de tomada de profundidades e espessuras para solos com mais de um horizonte ou camada apresentando transição ondulada ou irregular



Profundidade dos Horizontes

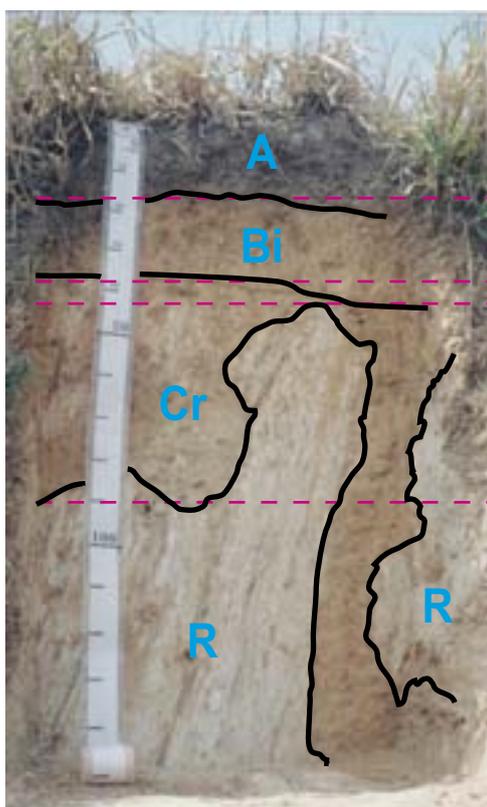
Horizonte Ap - 0 - 9cm
Horizonte Bi - 9 - 42cm
Horizonte BC - 42 - 58cm
Horizonte Cr - 58 - 90cm
Camada R - 90 - 140cm+

Espessura dos Horizontes

Horizonte Ap - 9cm
Horizonte Bi - 30 - 37cm
Horizonte BC - 9 - 24cm
Horizonte Cr - 16 - 45cm
Camada R - 40 - 51cm+

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

Figura 5 - Exemplo de tomada de profundidades e espessuras para solos com transição descontínua ou quebrada, entre horizontes ou camadas



Profundidade dos Horizontes

| | |
|--------------|---------------|
| Horizonte A | - 0 - 18cm |
| Horizonte Bi | - 18 - 38m |
| Horizonte Cr | - 38 - 91cm |
| Camada R | - 91 - 150cm+ |

Espessura dos Horizontes

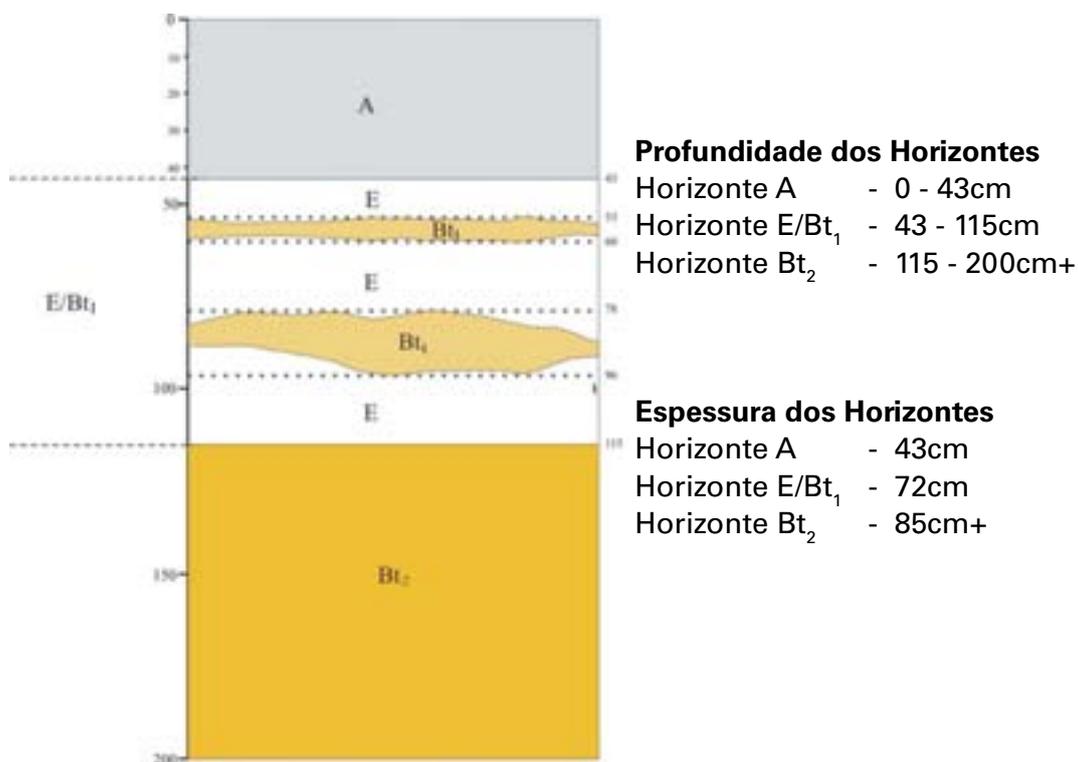
| | |
|--------------|---------------|
| Horizonte A | - 18cm |
| Horizonte Bi | - 20cm |
| Horizonte Cr | - 6 - 112cm+ |
| Camada R | - 59 - 106cm+ |

Nota: O limite inferior do horizonte Cr 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 ou quebrada, ocorrendo disperso dentro de outros horizontes (lamelas por exemplo), registrar o fato no campo **Observações** e para tomada de profundidade e espessura, proceder como indicado abaixo, sendo que as lamelas deverão ter as suas principais características morfológicas registradas separadamente, tomando-se por base a unidade/ocorrência mais representativa.

No campo **Observações**, registrar o somatório das espessuras de todas as lamelas, conforme nota abaixo.

Figura 6 - Exemplo de tomada de profundidades e espessuras para solos com ocorrência de lamelas



Nota: Presença de lamelas (Bt₁) no horizonte E/Bt₁, totalizando 25cm de espessura, com as seguintes características: bruno-amarelado (10YR 5/6, úmido); franco-argilosa; moderada média blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa.

Cor

As cores dos solos, são mais convenientemente definidas por meio de comparação com cartas de cores. Normalmente se utiliza 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*, contém somente aquela porção de cores necessária para a caracterização dos solos.

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.

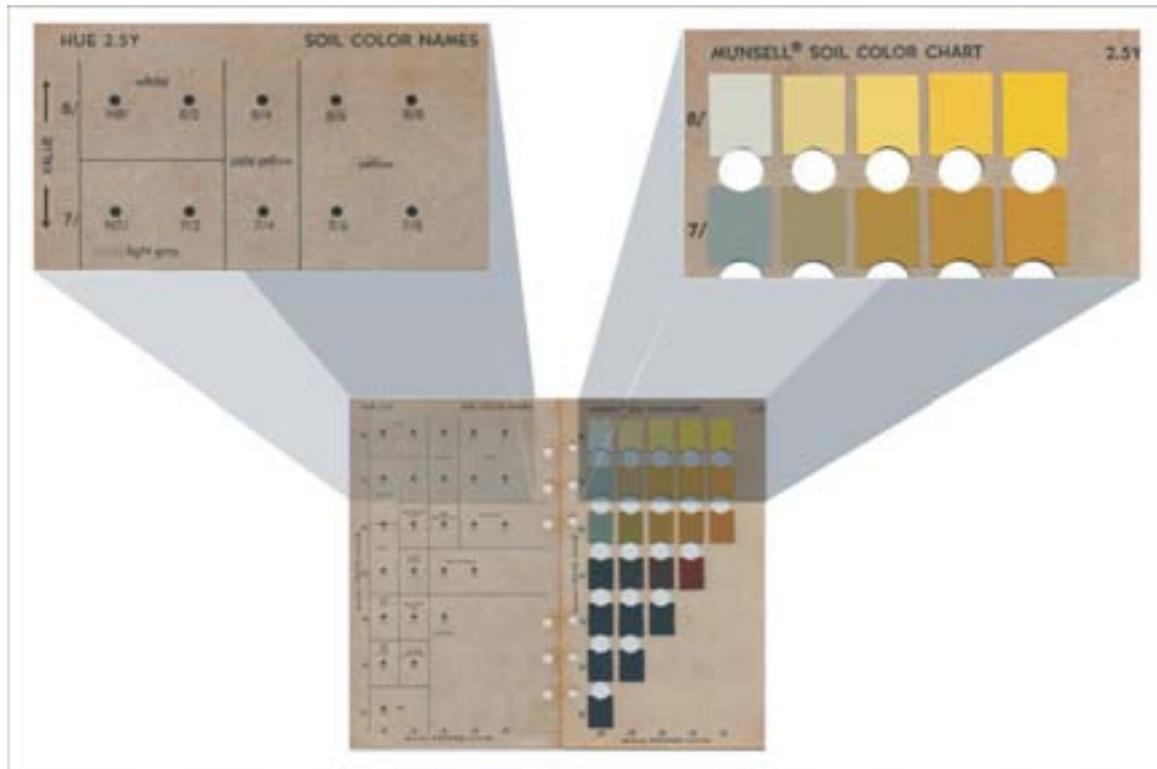
As notações de matiz em número de sete, são representadas pelos símbolos 10R, 2,5YR, 5YR, 7,5YR, 10YR, 2,5Y e 5Y, que são formados pelas iniciais em inglês das cores que entram em sua composição (R de *red* - vermelho; Y de *yellow* - amarelo e YR de *yellow-red* - vermelho-amarelo), precedidos de algarismos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

Figura 7 - Arranjo de notações e padrões de cores em uma carta de cores para solos



Para a seleção correta da carta ou cartão de matiz no qual a cor da amostra está inserida, aconselha-se posicionar a amostra do lado direito da caderneta de cores aberta, 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.



Foto 5 - Exemplo de tomada de cores

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 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.



Foto 6 - Exemplo de tomada de cores

Os seguintes procedimentos são recomendados:

- 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.
- Para horizontes hísticos, somente a cor em amostra úmida é suficiente.
- Nas descrições de perfis, o registro das cores deverá obedecer ao seguinte padrão: nome da cor em português (conforme quadro 2) e, entre parênteses, notações de matiz, valor e croma, seguido da condição em que foi determinada a cor, usando sempre a seqüência: úmido, seco. Exemplo: bruno-escuro (10YR 3/3, úmido) e bruno (10YR 5/3, seco).
- 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.
- 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).

No quadro 22 (Apêndice 8), pode ser encontrada uma correspondência entre o nome das cores em português e os códigos constantes na Munsell soil color charts.

Quadro 2 - Correspondência em português para os nomes de cores

| Nome | Correspondência em Português | Nome | Correspondência em Português |
|----------------------|------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Black | Preto | Ligth reddish brown | Bruno-avermelhado-claro |
| Bluish gray | Cinzento-azulado | Ligth reddish gray | Cinzento-avermelhado-claro |
| Bluish black | Preto-azulado | Light yellowish brown | Bruno-amarelado-claro |
| Brown | Bruno | Olive | Oliva |
| Brownish yellow | Amarelo-brunado | Olive brown | Bruno-oliváceo |
| Dark bluish gray | Cinzento-azulado-escuro | Olive gray | Cinzento-oliváceo |
| Dark brown | Bruno-escuro | Olive yellow | Amarelo-oliváceo |
| Dark gray | Cinzento-escuro | Pale brown | Bruno-claro-acinzentado |
| Dark grayish brown | Bruno-acinzentado-escuro | Pale green | Verde-claro-acinzentado |
| Dark grayish green | Verde-acinzentado-escuro | Pale olive | Oliva-claro-acinzentado |
| Dark greenish gray | Cinzento-esverdeado-escuro | Pale red | Vermelho-claro-acinzentado |
| Dark olive | Oliva-escuro | Pale yellow | Amarelo-claro-acinzentado |
| Dark olive gray | Cinzento-oliváceo-escuro | Pink | Rosado |
| Dark red | Vermelho-escuro | Pinkish gray | Cinzento-rosado |
| Dark reddish brown | Bruno-avermelhado-escuro | Pinkish white | Branco-rosado |
| Dark reddish gray | Cinzento-avermelhado-escuro | Red | Vermelho |
| Dark yellowish brown | Bruno-amarelado-escuro | Reddish black | Preto-avermelhado |
| Dusky red | Vermelho-escuro-acinzentado | Reddish brown | Bruno-avermelhado |
| Gray | Cinzento | Reddish gray | Cinzento-avermelhado |
| Grayish brown | Bruno-acinzentado | Reddish yellow | Amarelo-avermelhado |
| Grayish green | Verde-acinzentado | Strong brown | Bruno-forte |
| Greenish black | Preto-esverdeado | Very dark brown | Bruno muito escuro |
| Greenish gray | Cinzento esverdeado | Very dark gray | Cinzento muito escuro |
| Light bluish gray | Cinzento-azulado-claro | Very dark grayish brown | Bruno-acinzentado muito escuro |
| Light brown | Bruno-claro | Very dusky red | Vermelho muito escuro-acinzentado |
| Light brownish gray | Cinzento-brunado-claro | Very pale brown | Bruno muito claro-acinzentado |
| Light gray | Cinzento-claro | Weak red | Vermelho-acinzentado |
| Light greenish gray | Cinzento-esverdeado-claro | White | Branco |
| Light olive brown | Bruno-oliváceo-claro | Yellow | Amarelo |
| Light olive gray | Cinzento-oliváceo-claro | Yellowish brown | Bruno-amarelado |
| Ligth red | Vermelho-claro | Yellowish red | Vermelho-amarelado |

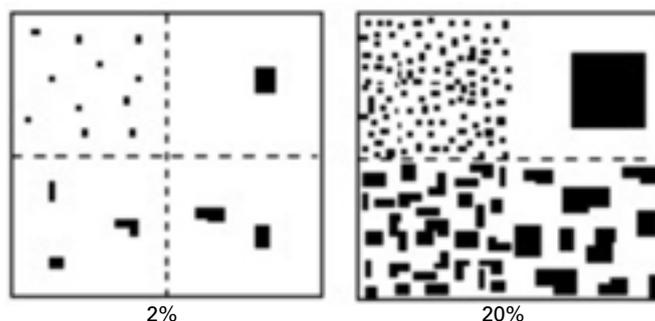
Fonte: Lemos, R. C. de; Santos, R. D. dos. Manual de descrição e coleta no campo. 3 ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Rio de Janeiro: Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1996.

- 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:

Quantidade:

- Pouco - menos de 2% da área é mosqueada
- Comum - de 2 a < 20% da área é mosqueada
- Abundante - 20% ou mais da área é mosqueada

Figura 8 - Exemplos de percentuais de mosqueados

Fonte: Schoeneberger e outros (1998).

Tamanho:

- Pequeno - eixo maior inferior a 5mm
 Médio - eixo maior de 5 a 15mm
 Grande - eixo maior superior a 15mm

Contraste:

O Quadro 3, contém a definição das classes de mosqueados em função do contraste com a cor da matriz do solo.

Quadro 3 - Caracterização de mosqueados quanto ao contraste

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

Adaptado de Schoeneberger e outros (2002).

Na caracterização da cor de horizonte com mosqueado, deverá ser usada a seguinte seqüência: 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).

Quando os mosqueados não forem consequência de drenagem restringida, registrar a sua natureza no item **Observações**.

- Coloração variegada

Na caracterização de horizonte com coloração variegada, 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 ocorrência de coloração variegada com manchas de tamanho pequeno e muito pequeno e arranjo complexo, pode-se registrar estimativamente as cores mais prontamente perceptíveis, usando-se denominações genéricas aproximadas, conforme exemplo abaixo:

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

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

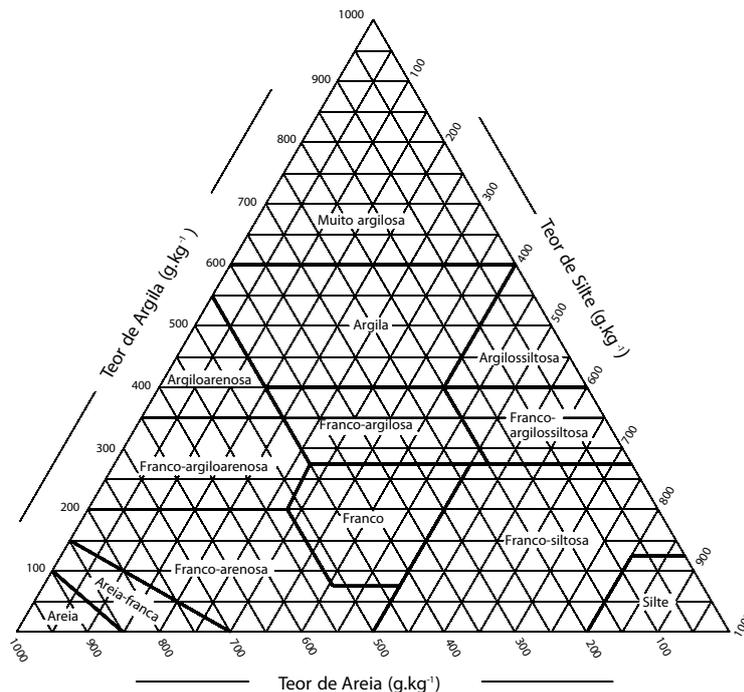
Em caso de estudos especiais de solos (Por exemplo: estudos para determinação da erodibilidade dos solos), costuma-se necessitar de determinações granulométricas de forma mais detalhada, separando-se mais, algumas das frações mencionadas acima, conforme especificado a seguir:

| 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 das várias frações ocorrerem no solo, sempre em combinações as mais diversas possíveis, necessário se faz o seu agrupamento em classes texturais, conforme diagrama mostrado a seguir.

Figura 9 - Triângulo textural: classes texturais da fração terra fina



Adaptado de Lemos e Santos (1996).

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

A textura no campo é avaliada em amostra de solo molhada, através de sensação de tato, esfregando-se a amostra entre os dedos após amassada e homogeneizada. A areia dá sensação de atrito, o silte de sedosidade e a argila, de plasticidade e pegajosidade.

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: franco (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.

Grupamentos de classes de textura

Constitui característica distintiva de unidades taxonômicas 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

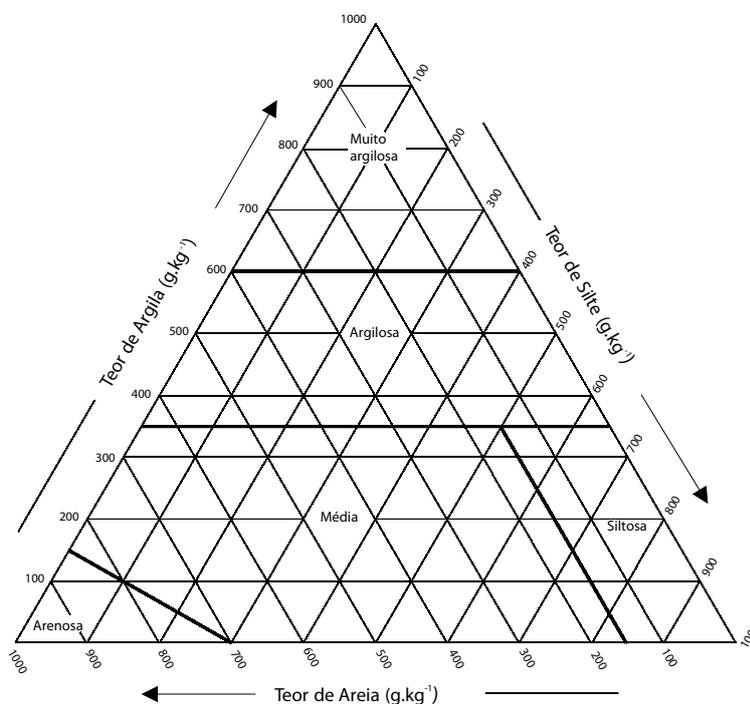
Média - Compreende classes texturais ou parte delas tendo na composição granulométrica menos de 350g.kg⁻¹ de argila e mais de 150g.kg⁻¹ de areia, excluídas as classes texturais areia e areia-franca

Muito argilosa - Compreende a classe textural muito argilosa com mais de 600g.kg⁻¹ de argila

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.

Figura 10 - Guia para grupamentos de classes de textura



Adaptado de Lemos e Santos (1996).

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.

Constituição Macroclástica

Para as frações com diâmetro superior a 2mm (frações grosseiras) presentes no solo, são adotadas as seguintes denominações:

Cascalhos - 2mm - < 2cm

Calhaus - 2cm - 20cm

Matacões - > 20cm

A avaliação da percentagem de ocorrência de calhaus e matacões por horizonte, bem como a estimativa do tamanho das frações, devem ser registradas no item Observações ao final da descrição morfológica do perfil.

A quantidade de cascalhos é identificada considerando-se a sua ocorrência em relação à terra fina (< 2mm) e é descrita da seguinte maneira:

Muito cascalhenta - mais de 500g.kg⁻¹

Cascalhenta - entre 150 e 500g.kg⁻¹

Pouco cascalhenta - > 80 e < 150g.kg⁻¹

A ocorrência de cascalhos no perfil do solo deve ser registrada tanto nas classes texturais simples por ocasião de descrição morfológica, quanto nos grupamentos de classes texturais na distinção de unidades taxonômicas, constituindo modificações das respectivas classes ou grupamentos de classes texturais. Exemplo: franca pouco cascalhenta e argiloarenosa cascalhenta.

Para especificar a localização dos cascalhos no perfil do solo, devem ser utilizados os seguintes procedimentos quando da classificação do solo:

Ocorrência ao longo de todo o perfil:

- ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média cascalhenta/argilosa cascalhenta.
- LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média cascalhenta.

Ocorrência apenas na parte superficial do perfil:

- ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média cascalhenta/argilosa.
- LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média cascalhenta/média.

Ocorrência apenas na parte inferior do perfil:

- ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média/argilosa cascalhenta.
- LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa/argilosa cascalhenta.

Observação: No caso de frações grosseiras (calhaus, cascalhos e matacões), o registro deve ser feito independentemente de sua natureza ou gênese, considerando-se apenas as suas dimensões.

Concreções, nódulos e outras formações, quando presentes, devem ser caracterizadas conforme as especificações constantes no item Nódulos e Concreções Minerais (Outras características morfológicas).

Estrutura

É o modo de arranjo das partículas primárias do solo, formando ou não agregados, separados por superfícies de fraqueza.

A estrutura do solo é analisada e caracterizada sob diferentes pontos de vista, que encerram dois segmentos distintos, denominados macro e microestrutura. O primeiro (macroestrutura), é rotineiramente empregado como instrumento de caracterização e diagnose de solos na área de pedologia, enquanto o segundo tem emprego mais limitado e/ou específico e é discernível apenas com o auxílio de instrumentos e técnicas especiais.



Foto 7 - Detalhe de coleta de amostra indeformada para análise da microestrutura.
Simone Ferreira Garcia

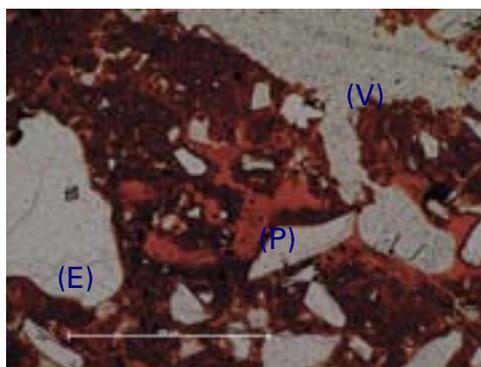


Foto 8 - Lâmina delgada de solo vista no microscópio óptico sob luz natural. Pode-se observar grãos do esqueleto (E), poros (V) e separações plásmicas (P)
Antônio Soares da Silva

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

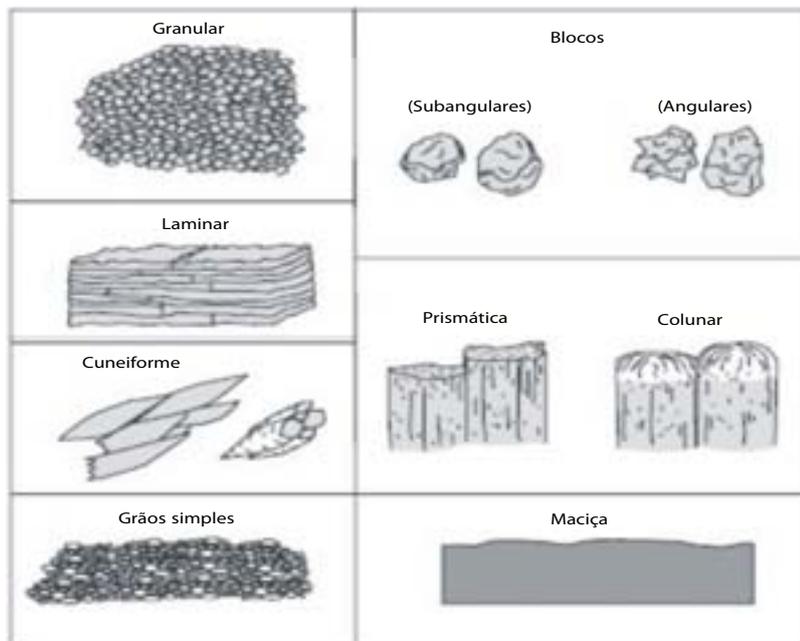


Foto 9 - Exame da macroestrutura em campo

Na caracterização dos tipos de estrutura as seguintes situações podem ocorrer:

- Ausência de agregação das partículas** - O material se apresenta em partículas individualizadas, sem coesão entre si. Neste caso, a estrutura deve ser registrada como grãos simples. Esta situação é comum em horizontes ou camadas de textura arenosa.
- Ausência de agregação das partículas** - Há coesão entre as partículas, mas elas se apresentam como uma massa contínua, uniforme, sem que se consiga individualizar agregados naturais. Neste caso, a estrutura deve ser registrada como maciça. (Exemplo: alguns horizontes coesos de solos dos tabuleiros, alguns horizontes E, Bh ou Bhs).
- Presença de agregação entre as partículas** - se arranjam em formatos específicos, e são assim caracterizados.

Figura 11 - Exemplos de tipos de estrutura



Adaptado de Schoeneberger e outros (2002).

Laminar - aquela 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.

Este tipo de estrutura pode ocorrer em regiões secas e frias com ocorrência de congelamento e podem ser também produzidas por compactação (pisoteio, motomecanização, implementos, etc.), comumente nos horizontes superficiais (A e E) e em alguns casos podem ser herdadas da rocha matriz, neste caso, são mais comuns nos horizontes C de alguns solos.

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

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



Foto 10 - Exemplos de estrutura grande prismática



Foto 11 - Exemplo de estrutura muito grande prismática (subtipo 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 e mais arredondado ou “abaulado” no caso do subtipo colunar. São típicas de horizonte B, sendo verificadas também no horizonte C. O subtipo colunar é característico de solos com horizonte plânico sódico.

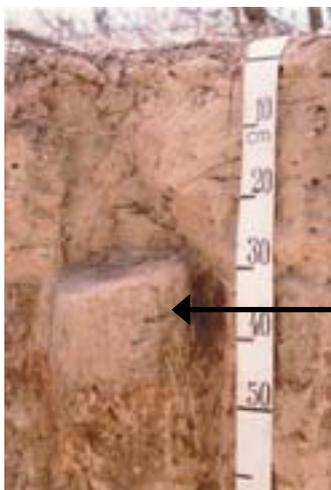


Foto 12 - Exemplo de estrutura muito grande prismática (subtipo colunar)
Paulo Klinger Tito Jacomine



Foto 13 - Exemplo de estrutura muito grande prismática
João Bertoldo de Oliveira

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 - tem as faces planas, formando arestas e ângulos aguçados.



Foto 14 - Exemplos de estrutura grande em blocos angulares



Foto 15 - Exemplos de estrutura média em blocos subangulares e angulares
Antônio José Wilman Rios

Blocos subangulares - ocorre mistura de faces planas e arredondadas, com poucas arestas e ângulos suavizados.



Foto 16 - Exemplos de estrutura muito grande em blocos subangulares
Antônio José Wilman Rios

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. São também reconhecidos dois subtipos: granular e grumos, que se diferenciam pela porosidade, sendo que os grumos são mais porosos.

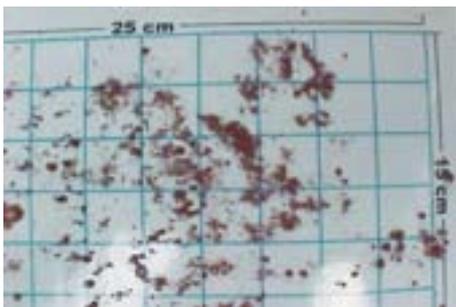


Foto 17 - Exemplos de estrutura muito pequena, pequena e média granular

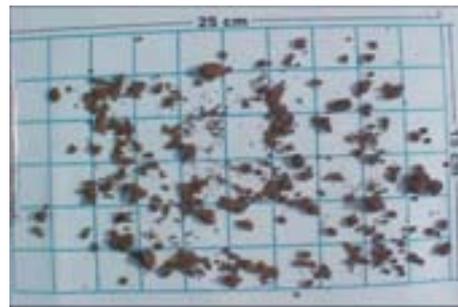


Foto 18 - Exemplos de estrutura média e grande granular

Cuneiforme e paralelepípedica – 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 a Vertissolos ou a solos com alta concentração de argilas expansivas.

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

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

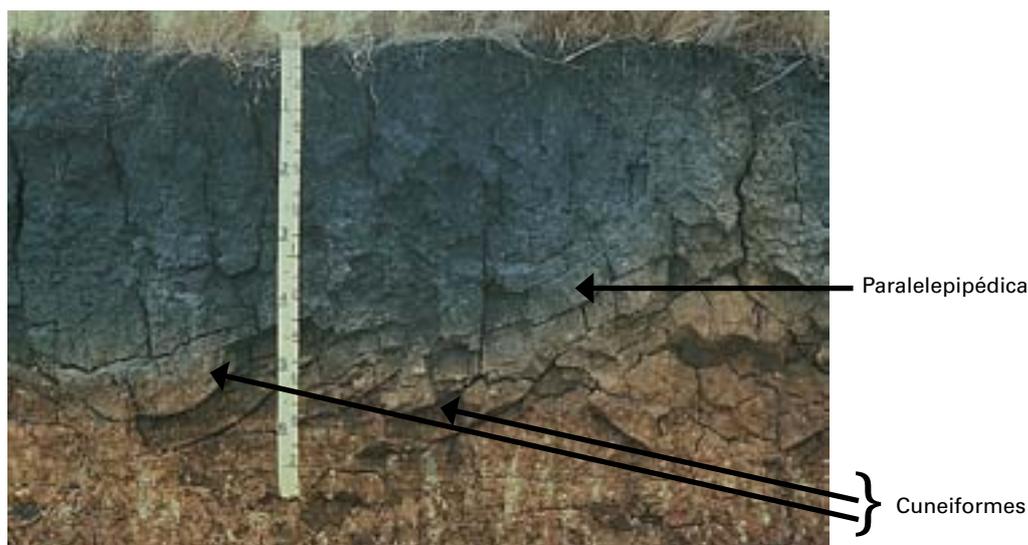


Foto 19 – Aspecto de estruturas cuneiforme e paralelepípedica em perfil de Vertissolo.

Eswaran e outros (1999)

Graus de estrutura - estão relacionados às 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.

Fraca - Agregados pouco nítidos (difícil separação) e com proporção inferior a de material não agregado. Exemplo: Alguns horizontes B incipientes e alguns horizontes B texturais de textura média.

Moderada - Nitidez intermediária com percentual equivalente de unidades estruturais (agregados) e material não agregado. As unidades estruturais são bem evidentes *in situ*.

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 Latossolos Vermelhos distroféricos e eutroféricos (Latosolos Roxos) e estrutura tipo “grãos de milho” de Nitossolos Vermelhos (Terras Roxas Estruturadas).

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

Quadro 4 - Classes de estrutura

| Classes | Critérios (mm) | | |
|---------------------|--------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| | Granular e Laminar | Colunar, Prismática e Cuneiforme | Blocos angulares e 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 | ≥10 | 100 a < 500 | ≥ 50 |
| Extremamente grande | - | ≥ 500 | - |

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

A observação da estrutura no solo tem sua clareza alterada em função do grau de umidade. Logo, é necessário observar o grau de umidade ideal para observação de campo. Segundo experiência que se tem, a condição mais favorável é o material do solo ligeiramente mais seco do que úmido. Não é recomendado descrever estrutura em amostra molhada. Deve-se inclusive, evitar a descrição da estrutura quando o grau de umidade divergir muito das condições ideais, devendo-se entretanto, registrar as razões no item **Observações**.

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.

Quando o horizonte apresentar mais de um tipo de estrutura, sendo algumas unidades arranjadas ou formando outras unidades estruturais maiores, trata-se de estrutura composta e neste caso deve-se descrever primeiramente a estrutura maior e secundariamente a menor. É comum ocorrerem no horizonte B ou C de alguns solos, como Gleissolos, Planossolos e Nitossolos (Terras Roxas Estruturadas) e o registro deve ser feito conforme o exemplo a seguir: forte grande prismática, composta de forte média blocos angulares e subangulares.

Quando o horizonte apresentar mais de um tipo de estrutura, porém ocorrendo de forma independente na massa do solo, descreve-se os dois tipos, sendo que em primeiro lugar o que tiver maior ocorrência. É comum esta situação no horizonte A de muitos solos. O registro deve ser feito da seguinte maneira: Exemplo: moderada pequena granular e fraca pequena blocos subangulares.

Microestrutura - A microestrutura dos solos é objeto de estudo na parte de micromorfologia, que tem grande importância para esclarecimento dos processos genéticos e avaliação do intemperismo dos mesmos.

A pedogênese altera a posição e o tamanho dos constituintes dos solos, e o conhecimento do arranjo final dos mesmos pode dar informações seguras sobre fenômenos ocorridos e mesmo de alguns aspectos do comportamento dos solos, desde que não se perca de vista as correlações de interdependência entre as micro e macro características dos solos.

O estudo da micromorfologia se procede através de seções finas (lâminas) de amostras indeformadas de solo, analisadas com uso de microscópio ótico polarizante, e por conseguinte, requer amostragem e técnicas especiais, o que de certa forma dificulta o seu emprego de forma sistemática em levantamentos de solos. Em razão disto vem sendo utilizado com o propósito principal de complementação e/ou confirmação de informações em estudos de gênese.

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, da Embrapa, 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 que 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. 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 dificuldade, mas dificilmente quebrável entre o indicador e o polegar.

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

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



Foto 20 - Determinação da consistência em amostra seca.

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.

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 material estruturado, difícil de ser umedecido, por ficarem as amostras molhadas externamente, porém secas internamente, em razão de o material absorver água muito lentamente e com dificuldade, pode-se optar pela não descrição da consistência úmida, sendo registrado o porque no item **Observações**.

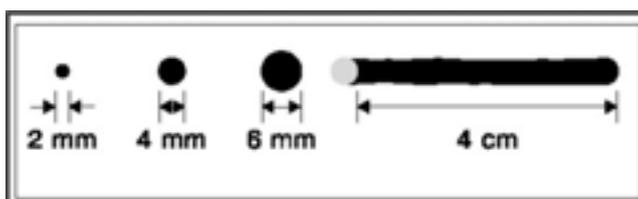
Compacidade - a compacidade do material do solo caracteriza a combinação de consistência firme e agrupamento ou arranjo cerrado das partículas, devendo ser usada somente nesse sentido. É classificada do seguinte modo: compacto, muito compacto e extremamente compacto.

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, tendo-se:

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 o indicador e o polegar e observa-se se pode ser feito ou modelado um fio ou cilindro fino de solo, com cerca de 4cm de comprimento, conforme figura abaixo:

Figura 12 - Critérios para determinação da plasticidade



Fonte: Schoeneberger e outros (1998).



Foto 21 - Preparação da amostra para determinação da plasticidade



Foto 22 - Avaliação da plasticidade

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.

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, 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 23 - Avaliação da pegajosidade

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 boa 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.

Outras características morfológicas (ocorrência ocasional)

Cerosidade

São concentrações de material inorgânico, na forma de preenchimento de poros ou de revestimentos de unidades estruturais (agregados ou pedos) ou de partículas de frações grosseiras (grãos de areia, por exemplo), que se apresentam em nível macromorfológico com aspecto lustroso e brilho graxo

e em nível micromorfológico com manifestação de anisotropia ótica. Podem ser resultantes de iluviação de argilas e/ou intemperização de alguns minerais com formação de argilas "in situ". Incluem-se nesta condição, todas as ocorrências em suas diversas formas de expressão (clay skins, shiny peds, cutans, etc.) e também feições mais ou menos brilhantes, verificadas na superfície dos agregados, que não constituem revestimentos.

Em suma, apresentam-se tanto como revestimentos com aspecto lustroso e brilho graxo, similar à cera derretida e escorrida, revestindo unidades estruturais ou partículas primárias quanto como superfícies brilhantes. Em ambos os casos, podem ser observados com maior facilidade com o auxílio de lupas de pelo menos 10x de aumento, por observação direta na superfície dos elementos ou nas arestas das seções produzidas quando são quebrados os peds. Deve estar presente em diferentes faces das unidades estruturais e não exclusivamente nas faces verticais.

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



Foto 24 - Observação da presença de cerosidade em amostra de solo

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 que apresenta percepção razoável e bom contraste em relação à matriz do solo. Geralmente é perceptível a vista desarmada.

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. **Exemplo:** horizonte B nítico dos Nitossolos (Terras Roxas Estruturadas).

Para quantificação da cerosidade, 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 elementos ou agregados estruturais recobertos por cerosidade é bem inferior a de elementos não-recobertos.

Comum - qualificação dada quando a presença de cerosidade é verificada em quantidade considerável no horizonte. A proporção de elementos/agregados estruturais recobertos por cerosidade é equivalente a de elementos não-recobertos.

Abundante - qualificação dada quando a presença de cerosidade é verificada de forma ostensiva no horizonte. A proporção de elementos ou agregados estruturais recobertos por cerosidade é muito superior a 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.

Superfícies de compressão

São superfícies alisadas, virtualmente sem estriamento, proveniente de compressão na massa do solo em decorrência de expansão do material, 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 e normalmente não apresentam essa disposição.

Quando presentes no solo, devem ter seu registro feito após a descrição da estrutura.

Superfícies de fricção - Slickensides

Superfícies alisadas e lustrosas, apresentando na maioria das vezes, estriamento marcante produzido pelo deslizamento e atrito da massa do solo, causados por movimentação devido à forte expansão do material argiloso quando reumedecido. São superfícies tipicamente inclinadas em relação ao prumo do perfil.

Quando presentes no solo, devem ter seu registro feito após a descrição da estrutura.

Slickensides

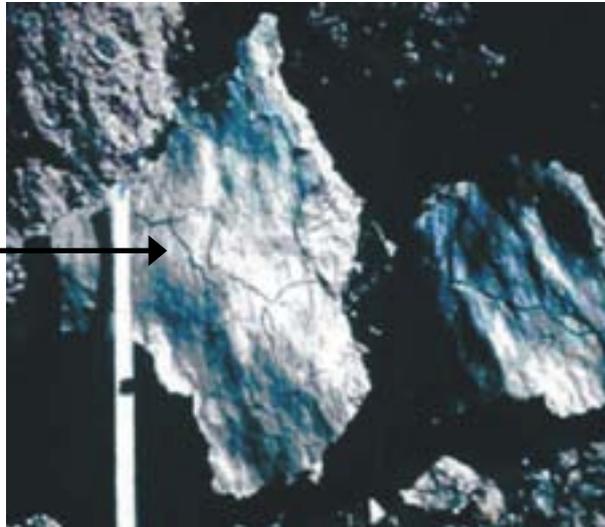


Foto 25 - Slickensides
Soil taxonomy (1999)

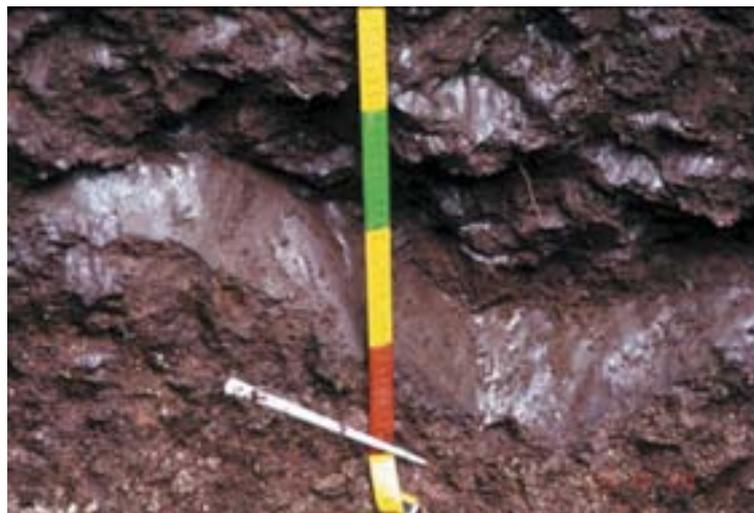


Foto 26 - Slickensides
Eswaran e outros (1999)

Superfícies foscas

Constituem superfícies ou revestimentos muito tênues e pouco nítidos, que não podem ser identificados como cerosidade, apresentando normalmente pouco contraste entre a parte externa revestida e a matriz sob esse revestimento. Tal revestimento inclui também filmes de matéria orgânica infiltrada e manganês, revestimentos enegrecidos que podem ser resultantes de translocação, podendo apresentar nesse caso, forte contraste entre a parte revestida e a matriz capeada e sua nitidez ser maior do que nos casos de revestimentos de argilas.

Quando presentes no solo, devem ter seu registro feito após a descrição da estrutura.

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).

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

O grau de cimentação detectado deve ser descrito conforme segue:

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

Fortemente cimentado - a massa cimentada é quebradiça, não sendo possível sua quebra nas mãos, mas pode ser quebrada facilmente a 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 preferencialmente ser feito junto à descrição da consistência de cada horizonte ou camada. **Exemplo:** material fortemente cimentado, muito duro, muito firme, plástico e pegajoso.

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. O grau de manifestação da coesão é muito variável.

Quando detectada, o registro do grau de coesão, deve ser feito juntamente com a descrição da estrutura, conforme exemplo: material coeso com aspecto maciço, que se desfaz em pequenos blocos subangulares.

Eflorescências

Tratam-se de concentrações de sais cristalinos na superfície do terreno, que se formam nos períodos secos em locais onde a evaporação é maior que a precipitação pluviométrica, mais comumente nas regiões de clima semi-árido. Os sais 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 e nas superfícies dos elementos estruturais, na forma de revestimentos, crostas ou bolsas.

Estes sais muitas vezes têm forma pulverulenta (pó de giz) 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.

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.



Foto 27 - Ocorrência de eflorescência na superfície do solo. Região Nordeste (Sertão de Alagoas)

Nódulos e concreções minerais

Tratam-se de formações endurecidas 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. Concreções distinguem-se dos nódulos pela organização interna. Concreções são camadas concêntricas facilmente perceptíveis. Nódulos carecem de uma organização interna.

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

Quantidade:

- Muito pouco - menos que 5% do volume
- Pouco - 5 a 15% do volume
- Freqüente - 15 a 40% do volume
- Dominante - mais que 40% do volume

Tamanho:

- Pequeno - menor que 1cm de diâmetro
- Grande - maior que 1cm de diâmetro

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:

Arredondada, alongada e laminar.

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 ferromagnesianas; concreções carbonáticas, petroplintita (quando proveniente do endurecimento de plintita), nódulos gibbsíticos, etc.

O registro da presença de nódulos deve ser feito após a caracterização da estrutura, na descrição morfológica do horizonte ou camada, conforme exemplo: nódulos poucos, pequenos (0,25cm), macios, alongados, púrpuros, ferromagnesianos.



Foto 28 – Concreções de CaCO₃, Jaguarão – RS.
Sérgio Hideiti Shimizu



Foto 29 – Concreções ferruginosas. Brasília – DF.

Conteúdo de carbonatos e manganês

Para avaliação do conteúdo de carbonatos, observa-se a efervescência com HCl 10%, usando-se as seguintes especificações:

Ligeira - efervescência fraca e pouco visível;

Forte - efervescência visível; e

Violenta - efervescência forte.

Para avaliação do conteúdo de manganês, observa-se a efervescência com água oxigenada, usando-se as seguintes especificações:

Ligeira - efervescência fraca, somente ouvida;

Forte - efervescência visível; e

Violenta - efervescência forte, causando muitas vezes destruição dos agregados.

Outros aspectos a serem observados na descrição dos solos

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

Classes de reação do solo

Refere-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.

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.

Raízes

Sua descrição deverá constar imediatamente após o registro da descrição do perfil, sob o título **Raízes**. A ausência de raízes normalmente não é mencionada.

Usualmente, o objetivo principal é descrever as diferentes quantidades de raízes por horizontes ou camadas, visando a dar informações sobre a maior ou menor facilidade de penetração das mesmas nos diversos horizontes ou camadas.

Na descrição das raízes, recomenda-se informar as classes de tamanho, com base no diâmetro das mesmas, usando-se os termos muito finas, finas, médias, grossas e muito grossas, conforme especificado abaixo:

| | |
|----------------------|---------------|
| Muito finas | - < 1mm |
| Finas | - 1 a < 2mm |
| Médias | - 2 a < 5mm |
| Grossas | - 5 a < 10mm |
| Muito grossas | - \geq 10mm |

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

| | |
|-------------------|------------------|
| Poucas | - < 1 por U.A. |
| Comuns | - 1 a 5 por U.A. |
| Abundantes | - > 5 por U.A. |

As referidas unidades de área (U.A.) por sua vez, devem ser função da classe de tamanho das raízes, conforme discriminado abaixo:

| | |
|----------------------|--------------------|
| Muito finas | - 1cm ² |
| Finas | - 1cm ² |
| Médias | - 1dm ² |
| Grossas | - 1dm ² |
| Muito grossas | - 1m ² |

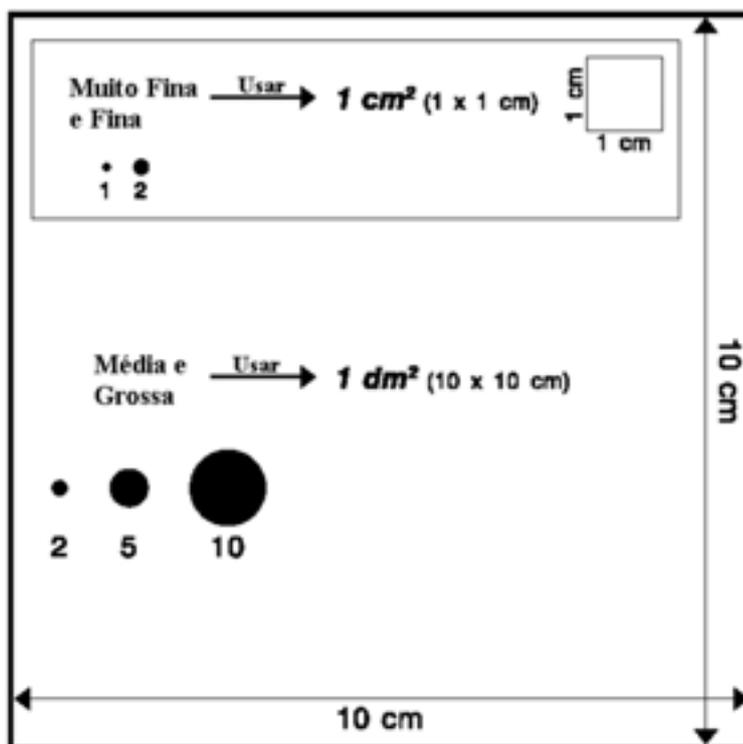
Figura 13 - Unidades de área (U.A.) para as várias classes de tamanho de raízes

Observação: 1dm² corresponde a um quadrado de 10cm de lado

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

Observações:

- Disposição anômala ou estranha das raízes em relação à seqüência de horizontes no perfil deve constar em sua descrição.



Adaptado de Schoeneberger e outros (1998).

Nota: Para a classe Muito Grossa - Usar 1m² (100 x 100cm.)

- Sempre que discernível, fazer constar na descrição das raízes, se são pivotantes, fasciculadas, secundárias, etc.

Porosidade

Refere-se ao volume do solo ocupado pela água e pelo ar. Deverão ser considerados 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. Quando o material não apresenta poros visíveis, mesmo com lupa de aumento, usa-se a expressão "sem poros visíveis".

No campo, a porosidade deve ser caracterizada quanto ao tamanho e quanto à quantidade dos macroporos, usando-se os mesmos critérios descritos anteriormente para raízes.

A seguir, alguns exemplos de horizontes genéticos e quantidade de poros:

Poucos - horizonte B de Planossolo Nátrico;

Comuns - horizonte B textural de textura argilosa; e

Abundantes - alguns horizontes B latossólicos e solos arenosos.

A descrição de porosidade deve constar do item **Observações**, após a descrição de raízes.

Registro das descrições gerais e morfológicas

As descrições gerais e morfológicas de perfis e amostras extras de solos devem conter, de modo geral, as seguintes informações:

Descrição geral

Perfil nº - deve constar o número pelo qual o ponto de amostragem está identificado no mapa de solos. Informar entre parênteses o número de campo e/ou o número constante do trabalho original, quando se tratar de perfil extraído de outros levantamentos de solos.

Fonte - quando se tratar de perfil extraído de levantamentos de solos realizados anteriormente, informar neste espaço a referência.

Data - deve ser registrada a data de exame e coleta do perfil.

Classificação - deve constar a classificação, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS.

Unidade de mapeamento - refere-se ao símbolo da unidade de mapeamento do mapa de solos, na qual o ponto está localizado.

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

Situação, declive e cobertura vegetal sobre o perfil - descrever a posição do perfil na paisagem e o tipo de paisagem se possível (depressão, vales, planícies de inundação, terraços, topos, encostas, etc), registrar o declive local e o tipo de vegetação existente no local de coleta.

Altitude - registrar a altitude local, com o uso de altímetro, cartas planialtimétricas e aparelhos GPS.

Litologia, unidade litoestratigráfica e cronologia - deve conter a discriminação da(s) rocha(s) que constitui (em) o substrato no local do perfil, a especificação da unidade litoestratigráfica (Formação ou Grupo geológico) a que se referem as rochas, e a referência cronológica (Era ou período geológico).

Material originário - 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 algo sobre granulometria, composição mineralógica aparente e permeabilidade e se o material é de caráter brando, semibrando ou consolidado. No caso de solos orgânicos, informar sobre a natureza dos detritos vegetais que integram o material originário. Sempre que possível, informar e esclarecer se houve influência ou contribuição de material autóctone ou pseudo-autóctone.

Pedregosidade; rochosidade; relevos local e regional; erosão; drenagem; vegetação primária - descrever os itens acima, conforme os critérios constantes no Apêndice 1.

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

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; quebradacidade; consistência úmido; consistência molhado; transição (variação de espessura do horizonte se a transição não for plana).

Raízes - Descrição sucinta sobre a ocorrência de raízes no perfil, de acordo com os critérios estabelecidos no item **Raízes**, da seção "**Outros aspectos a serem observados na descrição dos solos**".

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.

A seguir é apresentado um exemplo de descrição de perfil de solo:

DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL N° - 05

data- 17/10/78

CLASSIFICAÇÃO - ARGISSOLOVERMELHO Eutrófico típico, textura média/argilosa cascalhenta, A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo ondulado*.

CLASSIFICAÇÃO ANTERIOR - Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico argila de atividade baixa A moderado, textura média/argilosa cascalhenta, fase floresta tropical subcaducifólia relevo ondulado**.

UNIDADE DE MAPEAMENTO - PVAe.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS - 50 metros do lado esquerdo da estrada Itaocara - Santo Antônio de Pádua, na altura do km 208. Município de Santo Antônio de Pádua, Estado do Rio de Janeiro. Lat. 21° 33'S e long. 42° 10'WGr.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - terço inferior de elevação, com cerca de 15% de declive e sob cobertura de gramíneas.

ALTITUDE - 130 metros.

LITOLOGIA, UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA E CRONOLOGIA - gnaisses bandeados e migmatitos de caráter ácido. Grupo Paraíba do Sul. Pré-Cambriano Médio a Superior.

MATERIAL ORIGINÁRIO - produto de meteorização dos gnaisses bandeados, afetados superficialmente por retrabalhamento.

PEDREGOSIDADE - não pedregosa.

ROCHOSIDADE - não rochosa.

RELEVO LOCAL - ondulado.

* Classificação feita de acordo com o SiBCS até o 4º nível categórico e complementada nos níveis inferiores com características rotineiramente utilizadas na classificação utilizada anteriormente.

** Classificação utilizada antes da elaboração do SiBCS.

RELEVO REGIONAL - ondulado e forte ondulado.

EROSÃO - moderada.

DRENAGEM - bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - floresta tropical subcaducifólia.

USO ATUAL - Pastagem e pequenos talhões de culturas de milho e mandioca, além de ocorrência de pequena parcela de capoeira.

DESCRITO E COLETADO POR - F. N. Lima e L. G. de Souza.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap 0 - 15cm, bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido) e bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, seco); franco-argiloarenosa; fraca muito pequena e pequena granular e fraca pequena blocos angulares e subangulares; dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.

E 15 - 20cm, cinzento-avermelhado-escuro (5YR 4/2, úmido) e bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, seco); argiloarenosa; maciça; muito dura, friável, muito plástica e muito pegajosa; transição plana e clara.

2BE 20 - 45cm, vermelho (3,5YR 4/8, úmido); argila; moderada pequena a grande blocos angulares e subangulares; cerosidade comum e moderada; muito dura, firme, muito plástica e muito pegajosa; transição plana e difusa.

2Bt 45 - 100cm, vermelho (2,5YR 4/6, úmido); mosqueado pouco, pequeno e distinto, amarelo-avermelhado (7,5YR 6/6, úmido); argila cascalhenta; forte pequena a grande blocos angulares e subangulares; cerosidade abundante e forte; muito dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.

2BC₁ 100 - 150cm, vermelho (2,5YR 4/6, úmido); mosqueado comum, pequeno e distinto, amarelo-avermelhado (7,5YR 6/6, úmido); argila; forte pequena e média blocos angulares e subangulares; cerosidade comum e forte; muito dura, friável, plástica e pegajosa; transição ondulada e clara (20-70cm).

2BC₂ 150 - 190cm+, vermelho (10R 4/5, úmido); mosqueado pouco, pequeno e distinto, bruno-amarelado (10YR 5/6, úmido); argila; moderada pequena e média blocos angulares e subangulares; cerosidade comum e forte; muito dura, muito friável, plástica e pegajosa.

Raízes: Finas, abundantes no Ap e E, comuns no 2BE e poucas no 2Bt.

Observações:

- Perfil descrito e coletado em trincheira de 190cm de profundidade.
- Os mosqueados encontrados são provenientes do material originário.
- Nos horizontes 2BE, 2Bt, 2BC₁ e 2BC₂ onde foi constatada presença de corrosidade, esta dá origem a mosqueado de cor bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/5).
- Presença de cascalho rolado de quartzo entre os horizontes Ap e E.
- Poros comuns, pequenos a médios ao longo de todo o perfil.
- Presença de calhaus no 2Bt, ocupando, aproximadamente, 20% do horizonte, com diâmetro variando de 5 a 10cm.
- Intensa atividade biológica nos horizontes Ap e E, principalmente devido à atividade de termitas.
- Perfil coletado em dia nublado.

Critérios para distinção de classes de solos

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 as conveniências ou necessidades do *Sistema brasileiro de classificação de solos*, lançado pela Embrapa. 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 e foram criados ou estabelecidos com o propósito de atender às necessidades do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS. 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 Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, tanto na forma de documentos impressos, quanto por consulta ao *site* da Embrapa Solos, para verificar se foram procedidas alterações.

Atributos diagnósticos

São características ou propriedades dos solos, utilizadas para separação de classes em vários níveis categóricos do Sistema de Classificação ou na definição de alguns horizontes diagnósticos.

Álico

Indicativo de saturação por alumínio ($100Al^{+++} / Al^{+++} + S$) igual ou superior a 50%, associado a teor de alumínio extraível maior que $0,5cmol_c.kg^{-1}$ 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: A característica acima foi muito utilizada em trabalhos de levantamentos realizados utilizando-se a classificação de solos anterior. No Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS, tem sua utilização recomendada para os 5º ou 6º níveis categóricos, ainda não estruturados.

Atividade da fração argila

Refere-se à capacidade de troca de cátions (valor T) correspondente à fração argila, calculada pela expressão: **$T.1000/\text{teor de argila em } g.kg^{-1}$** . 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 procedeu a correção relativa à participação da matéria orgânica, procedimento este que está sendo adotado a partir do lançamento do SiBCS.

Anteriormente, para este cálculo, era feita a referida correção, utilizando-se o valor médio universal de $4,5cmol_c.kg^{-1}$ de CTC para cada $10g.kg^{-1}$ de carbono, por meio da fórmula: **$T - (\text{teor de carbono em } \% \times 4,5).100/\text{teor de argila em } \%$** . Naquela ocasião, utilizava-se como referência o valor de $24cmol_c.kg^{-1}$ de argila para separar material de atividade baixa e alta.

Trata-se de característica muito empregada, para distinção de classes de solos, nos 1º e 3º níveis categóricos do SiBCS. Não se aplica a material de textura arenosa.

Observação: CTC obtida segundo metodologia da Embrapa Solos - pela soma das bases (valor S) com H^+ e Al^{+++} extraíveis pelo $Ca(OAc)_2$ 1N a pH 7. Não corresponde aos valores determinados pela metodologia do Natural Resources Conservation Service (antigo Soil Conservation Service) dos Estados Unidos (Apêndice 5).

Caráter ácido

O caráter ácido refere-se a materiais de solos contendo bases trocáveis (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ e Na^+) mais Al^{+++} extraível com KCl 1N, em quantidades iguais ou menores que $1,5cmol_c.kg^{-1}$ de argila e satisfazendo ainda a pelo menos uma das seguintes condições:

1. pH KCl 1N igual ou superior a 5,0; ou
2. Δ pH positivo ou nulo.

Observação: Δ pH = pH KCl – pH H_2O

Critério derivado de *World reference base for soil resources* (1994) e *Soil* Critério derivado de *World reference base for soil resources* (1994) e *Soil survey manual* (1981).

Observação: Caráter empregado para distinguir classes do 3º nível da Ordem dos Latossolos no SiBCS.

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 $4\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ de solo, associado a atividade de argila $> 20\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ de argila, tendo saturação por bases menor 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.

Caráter alofânico

Refere-se à presença de alofana, imogolita, ferridrita ou complexos de alumínio e húmus, isto é, materiais amorfos que conferem ao solo uma densidade aparente $\leq 1,0\text{g}/\text{cm}^3$ e somatório de Alumínio e Ferro extraídos pelo Oxalato de Amônio maior que 1,0, através da expressão:

$$\text{Al}^{+++}_{(o)} + \frac{1}{2} \text{Fe}_{(o)} > 1,0$$

Observação: Caráter sugerido para separar classes de solos no 5º nível categórico do SiBCS.

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 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ de solo, tendo saturação por bases menor 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.

Caráter aniônico

Empregado para distinguir solos que apresentam ΔpH positivo ou nulo.

Observação: Caráter sugerido para separar classes no 5º nível categórico do SiBCS.

Caráter argilúvico

Usado para distinguir solos que têm concentração de argila no horizonte B, expressa por gradiente textural (B/A) igual ou maior que 1,4 e/ou iluviação de argila evidenciada pela presença de cerosidade moderada ou forte, e/ou presença no *sequum* de horizonte E sobrejacente a horizonte B (não espódico), dentro da seção de controle que defina a classe.

Observação: Caráter empregado para separar classes no 2º nível categórico do SiBCS.

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.

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 quebradice (desintegração em fragmentos menores). Estes horizontes são de textura média, argilosa ou muito argilosa e, em condições naturais, são geralmente maciços ou com tendência a 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.

Caráter com carbonato

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* (1951).

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.

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: Caráter recém-criado para distinguir classes de solos no 2º nível da Ordem dos Luvisolos. Em razão disto, os parâmetros de cores encontram-se em fase de teste e estão sujeitos a ajustes. Recomenda-se quando de seu uso, verificar possíveis alterações nos meios oficiais de divulgação do SiBCS.



Foto 30 - Caráter ebânico em perfil de CHERNOSSOLO EBÂNICO. Ipiáú – BA.

Caráter ebânico

Caráter utilizado para individualizar classes de solos de coloração escura, quase preta, na maior parte do horizonte diagnóstico subsuperficial com predominância de cores conforme especificado a seguir:

- para matiz 7,5YR ou mais amarelo:
 - cor úmida: valor < 4 e croma < 3
 - cor seca: valor < 6
- para matiz mais vermelho que 7,5YR:
 - cor úmida: preto ou cinzento muito escuro
 - cor seca: valor < 5

Observação: Caráter empregado para distinguir classes do 2º nível das Ordens Chernossolos e Vertissolos do SiBCS.

Caráter epiáquico

Este caráter ocorre em solos que apresentam lençol freático elevado temporariamente, resultante da má condutividade hidráulica de alguns horizontes ou camadas. Esta condição de saturação com água, permite que ocorram os processos de redução e segregação de ferro nos horizontes que antecedem o B e/ou no topo deste.

Um solo apresenta caráter epiáquico se ele é, temporariamente, completamente saturado com água na parte superficial, a menos que tenha sido drenado, por um período suficientemente longo para possibilitar o aparecimento de condições de redução (isto pode variar de alguns dias nos trópicos a algumas semanas em outras áreas), exibindo padrões de cores provenientes de estagnação de água na parte superficial do solo.

O solo apresenta coloração variegada ou mosqueados, no mínimo comuns e distintos, devido aos processos de redução e oxidação. O croma aumenta sua expressão, com cores mais vivas em profundidade.

O padrão de mosqueado pode ocorrer na parte inferior ou abaixo do horizonte A ou da camada arável (horizonte Ap), ou imediatamente abaixo de um horizonte E, topo do horizonte B, ou no próprio horizonte E.

O padrão de distribuição das evidências dos processos de redução e oxidação, com concentrações de óxidos de ferro e/ou manganês no interior dos elementos estruturais (ou na matriz do solo se os elementos de estrutura estão ausentes), constitui uma boa indicação do caráter epiáquico.

Critério derivado de *World reference base for soil resources* (1998).

Observação: Caráter empregado para distinguir classe do 4º nível da Ordem dos Argissolos no SiBCS.

Caráter êutrico

Usado para distinguir solos que apresentam $\text{pH (em H}_2\text{O)} = 5,7$, conjugado com valor S (soma de bases) = $2,0 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ de solo dentro da seção de controle que defina a classe.

Caráter flúvico

Usado para solos formados sob forte influência de sedimentos de natureza aluvionar, que apresentam um dos seguintes requisitos:

- 1) distribuição irregular (errática) do conteúdo de carbono orgânico em profundidade, não relacionada a processos pedogenéticos; e/ou
- 2) camadas estratificadas em 25% ou mais do volume do solo.



Foto 31 - Perfil de Gleissolo com camadas estratificadas (caráter flúvico).

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.

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.

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.

Caráter rúbrico

Caráter utilizado para solos que apresentam, em alguma parte da seção de controle que define a classe, cor úmida amassada com matiz mais vermelho que 5YR, valores em amostra úmida menores que 4 e em amostra seca, apenas uma unidade a mais que estes.

Observação: Caráter empregado no SiBCS apenas para distinguir classes do 4º nível de Latossolos Brunos e Nitossolos Brunos.

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)*.

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.

Caráter sódico

Usado para distinguir solos que apresentem saturação por sódio ($100 \text{ Na}^+/\text{T}$) 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)*.

Caráter solódico

Usado para distinguir solos que apresentem valores de saturação por sódio ($100 \text{ Na}^+/\text{T}$) entre 6% e 15%, em algum ponto da seção de controle que defina a classe.

Critério derivado de *Soil map of the world* (1974).

Caráter vértico

Presença de “slickensides” (superfícies de fricção), fendas, ou estruturas cuneiforme e/ou paralelepédica, em quantidade e expressão insuficientes para caracterizar horizonte vértico.

Cauliníticos, oxídicos e gibbsíticos

Termos utilizados para distinção de solos com base nos valores das relações moleculares K_i e K_r , conforme especificado a seguir:

- **Cauliníticos:** K_i e $K_r > 0,75$
- **Cauliníticos-oxídicos:** $K_i > 0,75$ e $K_r \leq 0,75$
- **Oxídicos:** $K_r \leq 0,75$
- **Gibbsíticos:** $K_i \leq 0,75$ e $K_r \leq 0,75$

Critério derivado de Resende e Santana (1988).

Observação: Características sugeridas para distinguir classes do 5º nível de algumas Ordens do SiBCS.

Contato lítico

Termo empregado para designar material coeso subjacente ao solo (exclusive horizonte petrocálcico, horizonte lito-plíntico, 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. Tais materiais são representados por rochas duras de qualquer natureza (ígneas, metamórficas e sedimentares)



← Contato lítico

Foto 32- Contato lítico em perfil de PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário léptico. Niquelândia-GO.
Glailson Barreto Silva

inclusive algumas rochas sedimentares parcialmente consolidadas (R), tais como arenito, siltito, marga, folhelhos ou ardósia, ou por saprolito pouco alterado (CR).

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.



← **Contato lítico fragmentário**

Foto 33 - Contato lítico fragmentário em perfil de NEOSSOLO LITÓLICO Chernossólico fragmentário. Ciriaco- RS. Sérgio Hideiti Shimizu

Cor e teor de óxidos de ferro (hipoférrico, mesoférrico, férrico e perférrico)

O uso de limites de matiz de cor (com base na proporção de hematita e goethita) para diferenciar classes de solos foi estabelecido em amostras de Latossolos por Kämpf, Klamt e Schneider (1988). Este estudo, juntamente com os de Ker (1995) e Dick (1986), mostra que é possível estabelecer até três classes, quais sejam:

Classe de solos amarelos: com matiz mais amarelo que 5YR, (relacionados à razão $Hm/Hm + Gt < 0,2$);

Classe de solos vermelho-amarelos: com matiz 5YR ou mais vermelho e mais amarelo que 2,5YR, (relacionados à razão $Hm/Hm + Gt$ de 0,6 a 0,2); e

Classe de solos vermelhos: com matiz 2,5YR ou mais vermelho, (relacionados à razão $Hm/Hm + Gt > 0,6$).

Considerando apenas os teores de óxido de ferro (Fe_2O_3 do ataque sulfúrico) pode-se separar os solos em:

Hipoférrico: solos com teores de óxido de ferro $< 80g.kg^{-1}$;

Mesoférrico: solos com teores de óxido de ferro de 80 a $< 180g.kg^{-1}$;

Férrico: solos com teores de óxido de ferro entre 180 e $< 360\text{g.kg}^{-1}$; e

Perférrico: solos com teores de óxido de ferro $\geq 360\text{g.kg}^{-1}$.

Observações:

- 1 - O SiBCS utiliza os critérios de cor acima, para separar algumas classes no 2º nível categórico para as Ordens de Argissolos e Latossolos, e os teores de ferro, junto a algumas outras características, para separar classes no 3º nível de algumas Ordens.
- 2 - O termo férrico é empregado (em formação composta) na classe dos Nitossolos, para solos que apresentam teores de Fe_2O_3 (pelo H_2SO_4) iguais ou maiores que 150g.kg^{-1} e menores que 360g.kg^{-1} .
- 3 - Os termos hipoférrico e mesoférrico, estão recomendados para separar classes de solos no 5º nível categórico do SiBCS.

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).

Epiálico, epidistrófico e epieutrófico

Estas designações indicam divergência para as características álico, distrófico e eutrófico, entre os horizontes superficiais e subsuperficiais, sendo:

Epiálico: indica que solos distróficos ou eutróficos são superficialmente álicos.

Epidistrófico: indica que solos eutróficos ou álicos são superficialmente distróficos.

Epieutrófico: indica que solos distróficos ou álicos são superficialmente eutróficos.

Observação: As características mencionadas foram muito utilizadas em trabalhos de levantamentos que utilizaram a classificação de solos anterior. No SiBCS deverão ser empregadas nos 5º ou 6º níveis categóricos, que se encontram em fase de estruturação.

Esmectíticos, vermiculíticos e mistos

Termos utilizados para distinguir classes de solos com base na constituição mineralógica de suas frações finas (silte e argila), conforme critérios a seguir:

Esmectíticos - solos com predominância de argilominerais do grupo das esmectitas.

Vermiculíticos - solos com predominância de vermiculitas.

Mistos - sem predominância de qualquer argilomineral em particular.

Observação: A utilização destes termos é prevista para separação de classes no 5º nível categórico do SiBCS.

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.

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 pirofosfato de sódio) com valores e cromas de 7/1, 7/2, 8/1, 8/2 ou 8/3 (MUNSELL..., 1994, p.10YR); e
- c) conter 40% ou mais de fibras esfregadas por volume.

Hêmico - material orgânico em estágio 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 de ≥ 17 e $< 40\%$ por volume.

Sáprico - material orgânico em estágio avançado de decomposição. O material sáprico 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;
- b) apresentar cores (pelo pirofosfato de sódio) com valores 7 ou menores, exceto as combinações de valor e cromas de 5/1, 6/1, 6/2, 7/1, 7/2, ou 7/3 (MUNSELL..., 1994, p.10YR); e
- c) conter teor de fibra esfregada $<$ que 17% por volume.

Observação: A escala de von Post pode ser encontrada no Apêndice "E" do SiBCS.

Critério derivado de *Keys to soil taxonomy* (1998).

Material mineral

É aquele formado essencialmente por compostos inorgânicos, em vários estágios 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).

Material orgânico

É aquele constituído por materiais orgânicos, originários de resíduos vegetais em diferentes estádios de decomposição, fragmentos de carvão finamente divididos, substâncias húmicas, biomassa meso e microbiana e outros compostos orgânicos naturalmente presentes no solo, que podem estar associados à material mineral em proporções variáveis. O conteúdo de constituintes orgânicos impõe preponderância de seus atributos sobre os constituintes minerais. O material é considerado orgânico quando o teor de carbono orgânico for maior ou igual a 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 Embrapa, Embrapa Solos (MANUAL..., 1997).

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 (ou da coluna geológica) 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 5 ou menores, mais comumente 4 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 *Keys to soil taxonomy* (1994), Fanning, Rabenhorst e Bighan (1993) e Kämpf, Klamt e Schneider (1988).

Micáceo, anfibolítico, feldspático e silicoso

Termos utilizados para distinguir classes de solos com base na constituição mineralógica de suas frações grosseiras ($\geq 0,05\text{cm}$ de diâmetro), conforme critérios a seguir:

Micáceo - solos com predominância ($\geq 40\%$) de micas (biotita, muscovita e outras), pela contagem de grãos na fração areia total e/ou cascalho.

Anfibolítico - solos com predominância ($\geq 40\%$) de anfibólios, pela contagem de grãos na fração areia total e/ou cascalho.

Feldspático - solos com predominância ($\geq 40\%$) de feldspatos, pela contagem de grãos na fração areia total e/ou cascalho.

Silicoso - solos com predominância ($\geq 90\%$) de quartzo, opala ou calcedônia, pela contagem de grãos na fração areia total e/ou cascalho.

Observação: A utilização destes termos é prevista para separação de classes no 5º nível categórico do SiBCS.

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 $7,5\text{cm}$, 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 $7,5\text{cm}$, 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).

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.

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.

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 e pode ser separada das concreções ferruginosas consolidadas - petroplintita, que são extremamente firmes ou extremamente duras, sendo que a plintita é firme quando úmida e dura ou muito dura quando seca, tendo diâmetro maior que 2mm e podendo ser separada da matriz, isto é, do material que a circunda. 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.



Foto 34 - Detalhe de ocorrência de plintita

Critério derivado de *Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys* (1975), e Daniels e outros (1978).

Petroplintita

Material proveniente da plintita, que em condições de ressecamento acentuado sofre consolidação vigorosa, dando lugar à formação de nódulos ou concre-

ções 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.

Critério derivado de Sys (1967), e Daniels e outros (1978).



Foto 35 - Petroplintita (canga laterítica)

Relação Ki

O índice Ki foi originalmente proposto por Harrassovitz (KEHRIG, 1949) para indicar a relação molar $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$ da fração argila do solo. É calculado da seguinte forma:

$$\text{Ki} = \text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3 \times 1,7$$

Devido ao fato do índice Ki da caulinita corresponder a 2,0, esse valor foi estabelecido como limite entre solos muito intemperizados ($\text{Ki} \leq 2,0$) e pouco intemperizados ($\text{Ki} > 2,0$). No Brasil, é um dos referenciais empregados na definição de horizonte B latossólico ($\text{Ki} \leq 2,2$).

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 do horizonte B;
- b) quando o horizonte A for igual ou maior que 15cm, considerar uma espessura do horizonte B que seja o dobro da espessura do A.

Observação: 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.

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**).

No SiBCS a aplicação deste critério obedece recomendações específicas constantes na definição de cada classe.

Há algum tempo se cogita, acoplar a este parâmetro um valor mínimo de S (soma de bases), para estas distinções.

Utiliza-se, ainda, o limite de 65% para auxiliar na identificação do horizonte A chernozêmico.

Para os solos com elevados teores de sódio trocável ou com elevados teores de sais solúveis, o valor da saturação não deve ser levado em consideração para as distinções acima, pelo fato dessas situações serem nocivas à maioria das plantas cultivadas, além de criar condições físicas desfavoráveis nos solos. Nos solos altamente intemperizados (tendentes para, ou com saldo de cargas positivas) também não se deve levar em conta este valor.

Observação: Para auxiliar a distinção de classes de solos no 5º nível categórico do SiBCS, são recomendados os seguintes termos:

Hipodistrófico - valores de saturação por bases menores que 35%.

Mesodistrófico - valores de saturação por bases maiores ou iguais a 35% e menores que 50%.

Mesoeutrófico - valores de saturação por bases maiores ou iguais a 50% e menores que 75%.

Hipereutrófico - valores de saturação por bases maiores ou iguais a 75%

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 classes de solos.

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).

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.

Critério conforme *Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys* (1975).



Foto 36 - Microrrelevo tipo gilgai.
Eswaran e outros (1999).

Minerais alteráveis

São aqueles instáveis em condições de clima úmido, em comparação com outros minerais de grande resistência, tais como quartzo, zircão, rutilo e argilas do grupo das caulinitas. São incluídos como minerais alteráveis os seguintes:

Minerais encontrados na fração menor que 0,002mm (minerais da fração argila): inclui todas as argilas do tipo 2:1, exceto a clorita aluminosa interestratificada; a sepiolita, o talco e a glauconita também são incluídos neste grupo de minerais alteráveis, ainda que nem sempre sejam pertencentes à fração argila;

Minerais encontrados na fração entre 0,002 a 2mm (minerais das frações silte e areia): feldspatos, feldspatóides, minerais ferromagnesianos, vidros vulcânicos, fragmentos de conchas, zeolitos, apatitas e micas, neste caso incluindo também a muscovita que resiste por algum tempo a intemperização, mas que termina, também desaparecendo.

Critério derivado de *Mapa mundial de suelos: leyenda revisada* (1990) e *Keys to soil taxonomy* (1994).

Relação silte/argila

Obtida dividindo-se o conteúdo de silte pelo de argila, resultantes da análise granulométrica. A relação silte/argila é indicativa do estágio de intemperismo de solos de regiões tropicais. É empregada em solos de textura franco-arenosa 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 é utilizada para diferenciar 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.

Constituição esquelética

O solo é considerado esquelético quando mais que 35% e menos que 90% de volume total de sua massa forem constituídos por material com diâmetro maior que 2mm. Quando esse material compreende mais que 90% do volume, constitui tipo de terreno.

Critério derivado de *Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys* (1975) e *Soil survey manual* (1951).

Horizontes diagnósticos superficiais

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, ocorrendo às vezes, fragmentos de cerâmicas e restos de ossos e conchas.

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 P_2O_5 solúvel em ácido cítrico mais elevado que na parte inferior do solum, ou pela presença de artefatos líticos e/ou cerâmica.



Horizonte A antrópico

Horizonte B latossólico

Foto 37 - Perfil de LATOSSOLO AMARELO Distrófico antrópico (Terra Preta do Índio). Parintins - AM.

Horizonte A chernozêmico

É um horizonte mineral superficial, relativamente espesso, escuro, com alta saturação por bases, que mesmo após revolvimento superficial atenda às seguintes características:

- estrutura suficientemente desenvolvida (com agregação e grau de desenvolvimento moderado ou forte) para que o horizonte não seja simultaneamente maciço e, de consistência quando seco, dura ou mais coeso (muito dura e extremamente dura). Prismas sem estrutura secundária, maiores que 30cm, são incluídos no significado de maciço.

- a cor do solo, com a amostra amassada é de cro-ma 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 CaCO_3 equivalente, os limites de valor quando seco são relegados; e o valor quando úmido deve ser 5 ou menor;

- saturação por bases (V%) igual ou superior a 65% com predominância do íon Ca^{++} e/ou Mg^{++} ;



Horizonte A chernozêmico

Horizonte B textural

Foto 38 - Perfil de ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico chernossólico. Juscimeira - MT.

- o conteúdo de carbono orgânico é de 6g.kg^{-1} ou mais em todo horizonte, conforme os critérios de espessura abaixo. Se devido à presença de 400g.kg^{-1} ou mais de CaCO_3 equivalente, os requisitos de cor são diferenciados do usual, o conteúdo de carbono orgânico deve ser de 25g.kg^{-1} ou mais nos 18cm superficiais. O limite do teor de carbono orgânico, para caracterizar o A chernozêmico, é o limite inferior excludente do horizonte hístico; 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* ou da soma dos horizontes A + C, caso não ocorra B, se este tiver menos que 75cm de espessura; ou
- 25cm no mínimo, se o *solum* tiver 75cm ou mais de espessura.

Horizonte A fraco

É um horizonte mineral superficial fracamente desenvolvido, seja pelo reduzido teor de colóides minerais ou orgânicos ou por condições externas de clima e vegetação, como as que ocorrem na zona semi-árida com vegetação de caatinga hiperxerófila.

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 5 cm de espessura é considerado fraco).



Foto 39 - Perfil de PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico. Poconé - MT.

Horizonte A fraco

Horizonte B plântico

Horizonte A húmico

É um horizonte mineral superficial, com valor e croma igual ou inferior 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, conforme critérios a seguir:

- Teor de carbono orgânico inferior ao limite mínimo para caracterizar o horizonte húmico ($< 80\text{g.kg}^{-1}$, avaliado na terra fina);
- Espessura mínima coincidente com a de A chernozêmico;
- O somatório do produto do teor de carbono orgânico de cada subhorizonte A pela espessura do mesmo (dm), deve ser proporcional à média ponderada do teor de argila dos subhorizontes A¹, de acordo com a seguinte equação:

$$\sum(\text{teor de carbono orgânico (g.kg}^{-1}\text{) de cada subhorizonte A x espessura}) \geq 60 + (0,1 \times \text{média ponderada de argila do horizonte superficial em g.kg}^{-1})$$

¹ Para solos que apresentam apenas um horizonte superficial, ou seja, não apresentam subhorizontes, 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%).

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

Ap - 0 - 24cm = espessura de 24cm = 2,4dm

AB - 24 - 70cm = espessura de 46cm = 4,6dm

Espessura total = 7,0dm

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

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:

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

$$162,2 > 88,98$$



Horizonte A húmico

Horizonte B incipiente

Horizonte Cr

Foto 40 - Perfil de CAMBISSOLO HÚMICO
Distrófico típico. Campinápolis - MT.

Vê-se que o solo em questão satisfaz amplamente este requisito, mesmo que tivesse apenas o horizonte Ap.

Horizonte A moderado

São incluídos nesta categoria horizontes superficiais que não se enquadram no conjunto das definições dos demais horizontes diagnósticos superficiais.

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

teor de carbono orgânico e estrutura, não apresentando ainda os requisitos para caracterizar o horizonte hístico ou A antrópico.



Horizonte A moderado

Horizonte B textural

Foto 41 - Perfil de ARGISSOLO AMARELO
Distrófico abruptico. São Mateus - ES.

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%.



Horizonte A proeminente

Horizonte glei

Foto 42 - Perfil de GLEISSOLO MELÂNICO Tb Distrófico típico.
Nova Xavantina - MT.

Horizonte hístico

É um tipo de horizonte constituído por material orgânico (teor de carbono orgânico $\geq 80\text{g.kg}^{-1}$ avaliado na TFSA), resultante de acumulações de resíduos vegetais 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), os teores de carbono orgânico continuam atendendo ao critério para material orgânico.

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 permanente de água, condicionados pelo clima úmido, como em ambiente altimontano.



← **Horizonte O Hístico**

Foto 43 - Perfil de ORGANOSSOLO FÓLICO Hêmico lítico. Urubici-SC. Sérgio Hideiti Shimizu

O horizonte hístico ocorre em superfície ou pode estar soterrado por material mineral, devendo atender a um dos seguintes requisitos:

- espessura maior ou igual a 20cm, ou
- 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, etc., excluindo as partes vivas, ou
- espessura de 10cm ou mais quando sobrejacente a um contato lítico, ou a material fragmentar (cascalho, calhaus e matacões) que ocupe mais de 50% em volume.

Horizontes diagnósticos subsuperficiais

Definem classes de solos nos níveis categóricos mais elevados do SiBCS.

Horizonte B espódico

Horizonte mineral subsuperficial, com espessura mínima de 2,5cm, formado por acumulação iluvial de matéria orgânica e complexos organometálicos de alumínio, com presença ou não de ferro iluvial.

Ocorre, normalmente, sob qualquer tipo de horizonte A ou sob um horizonte E (álbico ou não) que pode ser precedido de horizonte A ou hístico.

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.

O material constituinte (partículas) do horizonte, geralmente não apresenta agregação, sendo a estrutura de um modo geral definida como grãos simples ou maciça, entretanto, podem ocorrer outros tipos de estrutura com fraco grau de desenvolvimento. No horizonte B espódico podem ocorrer partículas de areia e silte, com revestimento de matéria orgânica, matéria orgânica e alofana e sesquióxidos livres, bem como grânulos de matéria orgânica e sesquióxidos de diâmetro entre 20 e 50 μ .

Em função dos compostos iluviais dominantes e do grau de cimentação, o horizonte B espódico pode ser identificado como:

Bs - usualmente apresenta cores vivas de croma alto, indicando que os compostos de ferro (Fe_s) são dominantes em relação aos de alumínio. Em geral, os horizontes Bs têm matiz de 5YR, 7,5YR ou 10YR, valor 4 ou 5 (no máximo 6), e croma 4 a 8.

Bhs - identificado pela iluviação expressiva de compostos de ferro, alumínio e matéria orgânica. O horizonte Bhs apresenta mosqueados ou estrias, formando padrões heterogêneos. Horizontes Bhs contêm quantidades proporcionais de ferro e alumínio extraíveis por ataque sulfúrico (Fe_s e Al_s). Em geral, os horizontes Bhs têm matiz variando de 2,5YR a 10YR, e valor/croma de 3/4, 3/6, 4/3 ou 4/4.

Bh - iluviação dominante de complexos matéria orgânica-alumínio, com pouca ou nenhuma evidência de ferro iluvial. No horizonte Bh, em geral, os grãos de areia não estão revestidos por material iluvial, que ocorre como grânulos ou precipitados de matéria orgânica e óxidos de alumínio. Neste horizonte dominam cores escuras, com valor < 4 e croma < 3.

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.

Em síntese, o horizonte B espódico é aquele que tem espessura mínima de 2,5cm, com acumulação iluvial de matéria orgânica, associada a complexos de sílica-alumínio ou húmus-alumínio, podendo ou não conter ferro e que apresenta uma ou mais das seguintes características:

- 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;
 - . cores neutras com valor 3 ou menor (N 3/).

–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:

- . 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;
- . quando de textura arenosa ou média, os grãos de areia não cobertos por películas de ferro ou matéria orgânica apresentam fissuras ou presença de grânulos pretos do tamanho da fração silte, ou ambos;
- . 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.



Horizonte A moderado

Horizonte E álbico

Horizonte B espódico

Foto 44 - Perfil de ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico típico. Porto Belo - SC.
Sérgio Hideiti Shimizu

Critérios derivados de Isbell (1998), e *Keys to soil taxonomy* (1998).

O horizonte B espódico pode se apresentar cimentado, de forma contínua ou praticamente contínua, por complexos organometálicos e/ou aluminossilicatos amorfos e/ou compostos amorfos constituídos por diversas proporções de Al, Si e Fe, sendo, neste caso, identificado como **ortstein** (**Bsm, Bhsm ou Bhm**). Sua consistência é firme ou muito firme e é geralmente independente da umidade do solo. Outro horizonte que pode ocorrer associado ao B espódico é o **Plácico**, definido adiante.



Foto 45 - Ortstein.
Paulo Klinger Tito Jacomine

← Ortstein

Horizonte plácico (do grego plax, pedra chata, significando um fino pão cimentado) - é um horizonte fino, de cor preta a vermelho escuro, cimentado por

ferro (ou ferro e manganês), com ou sem matéria orgânica. Este horizonte constitui um impedimento a passagem da água e das raízes das plantas. O horizonte plácico deve atender aos seguintes requisitos:

- é cimentado ou endurecido por ferro ou ferro e manganês, com ou sem matéria orgânica, acompanhados ou não de outros agentes cimentantes;
- é contínuo lateralmente, exceto por fendas verticais espaçadas de, pelo menos 10cm, através das quais pode haver penetração do sistema radicular;
- tem espessura mínima de 0,5cm e máxima de 2,5cm.



Foto 46 - Horizonte plácico em ARGIS-SOLO AMARELO. Goiana - PE.

Critério derivado de *Keys to soil taxonomy* (1998).

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 subhorizontes não deve consistir em estrutura da rocha original.

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 ou consistência quebradiça quando úmido, características de horizontes fragipã, duripã e petrocálcico; ademais não apresenta quantidade de plintita requerida para horizonte plíntico e nem expressiva evidência de redução distintiva de horizonte glei;
- 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 franco-arenosa ou mais fina;
- desenvolvimento de estrutura do solo, ou ausência da estrutura da rocha original, em 50% ou mais do seu volume;
- evidências de alteração através de uma ou mais das seguintes formas:
 - teor de argila mais elevado ou cromas mais fortes ou matiz mais vermelho do que o horizonte subjacente; percentagem de argila menor, igual ou pouco maior que a do horizonte A, desde que não satisfaça os requisitos de um horizonte B textural; e

- evidência de remoção de carbonatos, refletida particularmente por ter um conteúdo de carbonato mais baixo do que o horizonte de acumulação de carbonatos (k); se todos os fragmentos grosseiros no horizonte subjacente estão completamente revestidos com calcário, alguns fragmentos no horizonte B incipiente encontram-se parcialmente livres de revestimentos; e se os fragmentos grosseiros no horizonte (k) subjacente estão cobertos na parte basal, aqueles no horizonte B devem ser livres de revestimentos.



Horizonte A chernozêmico

Horizonte B incipiente

Horizonte C

Foto 47 - Perfil de CAMBISSOLO HÁPLICOTb eutrófico chernossólico. Nazaré da Mata – PE.

O horizonte B incipiente pode apresentar características morfológicas semelhantes a um horizonte B latossólico, diferindo deste por apresentar a maioria dos seguintes requisitos:

- capacidade de troca de cátions, sem correção para carbono, de $17\text{cmol}_c\cdot\text{kg}^{-1}$ 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 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (Ki), determinada na ou correspondendo à fração argila, maior que 2,2;
- relação silte/argila igual ou maior que 0,7 quando a textura for média, sendo igual ou maior que 0,6 quando for argilosa;
- 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, pode haver um horizonte de transição para o C, no qual houve intemperização e

alteração comparáveis àquelas do horizonte B incipiente, porém o citado horizonte transicional não é considerado um horizonte B incipiente em razão de sua posição em seqüência a um horizonte de maior expressão de desenvolvimento pedogenético.

Corresponde, em parte, ao *cambic horizon* conforme *Keys to soil taxonomy* (1994).

Horizonte B latossólico

É um horizonte mineral subsuperficial, cujos constituintes evidenciam avançado estágio de intemperização, explícito pela alteração completa dos minerais primários menos resistentes ao intemperismo e/ou minerais de argila 2:1, seguida de intensa dessilicificação, lixiviação de bases e concentração residual de sesquióxidos, argila do tipo 1:1 e minerais primários resistentes ao intemperismo. Em geral é constituído por quantidades variáveis de óxidos de ferro e de alumínio, minerais de argila 1:1, quartzo e outros minerais mais resistentes ao intemperismo, podendo haver a predominância de quaisquer desses materiais.

Na composição do horizonte B latossólico não deve restar mais do que 4% de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo) ou 6% no caso de muscovita, determinados na fração areia e recalculados em relação à fração terra fina. A fração menor que 50μ (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 franco-arenosa ou mais fina e baixos teores de silte, de maneira que a relação silte/argila seja inferior a 0,7 nos solos de textura média e inferior a 0,6 nos solos de textura argilosa, na maioria dos subhorizontes do B até a profundidade de 200cm (ou 300cm se o horizonte A exceder a 150cm de espessura).

O horizonte B latossólico pode apresentar cerosidade pouca e fraca e 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 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 N mais elevados que os determinados em H_2O , evidenciando saldo de cargas positivas, característica condizente com estágio de intemperização muito avançado.

A capacidade de troca de cátions no horizonte B latossólico deve ser menor do que $17\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ de argila, sem correção para carbono.

A relação molecular $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (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 subhorizontes, 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 superior 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.

Usualmente o horizonte B latossólico apresenta alto grau de flocculação, o que evidencia a pouca mobilidade das argilas e a alta resistência à dispersão. Muitos Latossolos de textura média, principalmente aqueles com mais baixos teores de argila e os muito intemperizados com saldo de cargas positivas, podem não apresentar um alto grau de flocculação.

Em síntese, horizonte B latossólico é um horizonte subsuperficial que não apresenta características diagnósticas de horizonte glei, B textural, B nítico e plíntico, e pode estar presente sob qualquer tipo de A exceto o hístico, e que tenha todas as seguintes características:

- pouca diferenciação entre os subhorizontes;
- estrutura forte muito pequena a pequena granular (microestrutura), ou blocos subangulares fracos ou moderados;
- espessura mínima de 50cm;
- menos de 5% do volume mostra estrutura da rocha original, como estratificações finas, ou saprolito, ou fragmentos de rocha semi ou não intemperizada;



Foto 48 - Perfil de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico. Juruena - MT.

- grande estabilidade dos agregados, sendo o grau de flocculação igual ou muito próximo de 100% e o teor de argila dispersa menor que $200\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ desde que o horizonte tenha $4\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ou menos de carbono orgânico, e não apresente ΔpH positivo ou nulo, tendo comportamento atípico, horizontes mais afetados por carbono orgânico (geralmente BA), horizontes com cargas tendendo para ou com saldo eletropositivo ou horizontes de textura média, mormente intermediária para textura arenosa;
- textura franco-arenosa ou mais fina, teores baixos de silte, sendo a relação silte/argila até a profundidade de 200cm (ou 300cm se o horizonte A exceder 150cm de espessura), na maioria dos subhorizontes B, inferior a 0,7 nos solos de textura média e inferior a 0,6 nos solos de textura argilosa ou muito argilosa;
- relação molecular $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (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 a 100g de 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 illitas, ou de argilominerais interestratificados, sendo que vermiculita aluminosa pode ocorrer com freqüência;
- capacidade de troca de cátions menor que $17\text{cmol}_c\cdot\text{kg}^{-1}$ 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).

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 (RT) menor ou igual a 1,5. Pode apresentar argila de atividade baixa ou menos freqüentemente $\geq 20\text{cmol}_c\cdot\text{kg}^{-1}$ de argila conjugada com caráter alítico. A estrutura é em blocos subangulares, angulares ou prismática, com superfícies reluzentes descritas a campo como cerosidade no mínimo comum e moderada. Apresentam transição gradual ou difusa entre os subhorizontes. Pode ser encontrado à superfície se o solo foi erodido.

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 no mínimo comum e com grau forte ou moderado de desenvolvimento;
- no caso de Nitossolos Brunos, a estrutura é prismática composta de blocos subangulares e angulares, moderada ou fortemente desenvolvida, admitindo-

se superfícies de agregados pouco reluzentes (superfícies de compressão) e os cortes de estrada apresentam aspecto característico (fendilhado).

Os horizontes B textural e B nítico não são mutuamente exclusivos. A distinção entre ARGISSOLOS e NITOSSOLOS é feita pelos teores de argila, pelo gradiente textural e pela diferenciação de cor no perfil (policromia).

Observação: Constitui matéria ainda em estado de teste e ajustes. Portanto aconselha-se, sempre, verificar eventuais alterações, nos meios oficiais de divulgação do SiBCS.



Horizonte A chernozêmico

Horizonte B nítico

Foto 49 - Perfil de NITOSSOLO VERMELHO
Eutroférico típico. Ceres - GO.
Huberto José Kliemann

Horizonte B plânico

É um tipo especial de horizonte B textural, subjacente a horizonte A ou E e apresentando mudança textural abrupta. Pode ainda ocorrer subjacente a qualquer tipo de horizonte B, não requerendo neste caso, a manifestação de mudança textural abrupta. 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 escuras, podendo ou não possuir cores neutras de redução, com ou sem mosqueados. Este horizonte é adensado, com teores elevados de argila dispersa e pode ser responsável pela retenção de lençol de água suspenso, de existência temporária.

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 mosqueado)
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.

Para fins taxonômicos, o horizonte B plânico tem precedência diagnóstica sobre o horizonte glei, e perde em precedência para o horizonte plântico, exceto quando com caráter sódico.

Observação: Constitui matéria ainda em estado de teste e ajustes. Portanto, aconselha-se sempre verificar eventuais alterações, nos meios oficiais de divulgação do SiBCS.



Horizonte A fraco

Horizonte B plânico

Foto 50 - Perfil de PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico. Caruaru - PE.
Glailson Barreto Silva

Horizonte B textural

É um horizonte mineral subsuperficial com textura franco-arenosa ou mais fina (mais de 150 g.kg^{-1} de argila), onde houve incremento de argila, orientada ou não, desde que não exclusivamente por descontinuidade, 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 e pode ou não ser maior que o do horizonte C. Este horizonte pode ser encontrado à superfície se o solo foi parcialmente truncado por erosão.

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 lamelares, tendem a repousar aplanadas no local de apoio. Transportadas pela água, as argilas translocadas tendem a formar

películas de partículas argilosas, 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 películas de colóides minerais que, se bem desenvolvidos, são facilmente perceptíveis pelo aspecto lustroso e brilho graxo.

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 cerosidade sozinha é muitas vezes inadequada para identificar um horizonte B textural, pois devido ao escoamento turbulento da água por fendas, a cerosidade pode se formar devido a uma única 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.

A transição do horizonte A para o horizonte B textural é abrupta, clara ou gradual, mas o teor de argila aumenta com nitidez suficiente para que a parte limítrofe entre eles não ultrapasse uma distância vertical de 30cm, satisfeito o requisito de diferença de textura.

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 *sequun* 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 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:
- I - solos de textura média ou arenosa/média e com ausência de macroagregados devem apresentar argila iluvial representada por cerosidade em quantidade no mínimo comum, sob forma de revestimento nos grãos individuais de areia, orientada de acordo com a superfície dos mesmos ou formando ponte ligando os grãos;
 - II - solos com horizonte B de textura média e com estrutura prismática ou em blocos moderada ou mais desenvolvida, devem apresentar cerosidade no mínimo moderada em um ou mais subhorizontes da parte superior do B;
 - III - solos com horizonte B de textura argilosa ou muito argilosa e com estrutura prismática ou em blocos, devem apresentar cerosidade no mínimo comum e moderada em um ou mais subhorizontes da parte superior do B;
 - IV - 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**.



Horizonte A moderado

Horizonte B textural

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).

Foto 51 - Perfil de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico. Cerquilha - SP.

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.

Quando no conjunto totalizam espessura maior ou igual a 15cm, caracterizam horizonte B textural, desde que satisfeita a condição de textura franco-arenosa 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.

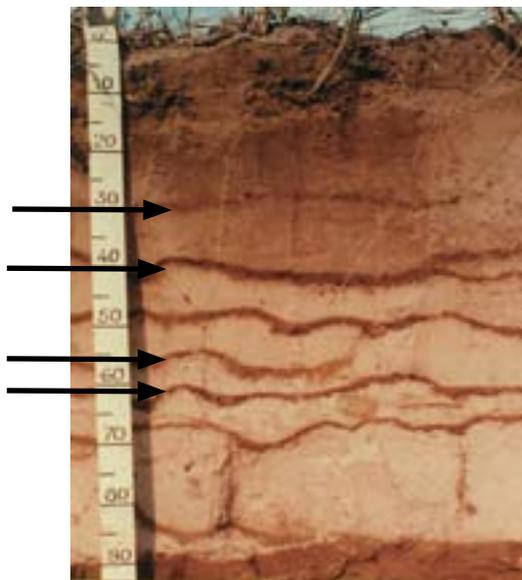


Foto 52 - Lamelas em perfil de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico arênico, ab-rúptico. São Pedro-SP.
João Bertoldo de Oliveira

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, tomando-se 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).

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 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.

Quando um mesmo horizonte satisfizer, coincidentemente, os requisitos para horizonte concrecionário e para qualquer um dos seguintes horizontes: B textural, B latossólico, B incipiente, horizonte plânico (excetuando B plânico de caráter sódico), horizonte glei ou qualquer tipo de horizonte A, será a ele conferida precedência taxonômica.

Critério derivado de *Reunião técnica de levantamento de solos* (1979), *Mapa mundial de suelos: leyenda revisada* (1990), *World reference base for soil resources: draft* (1994), e Carvalho e outros (1988).

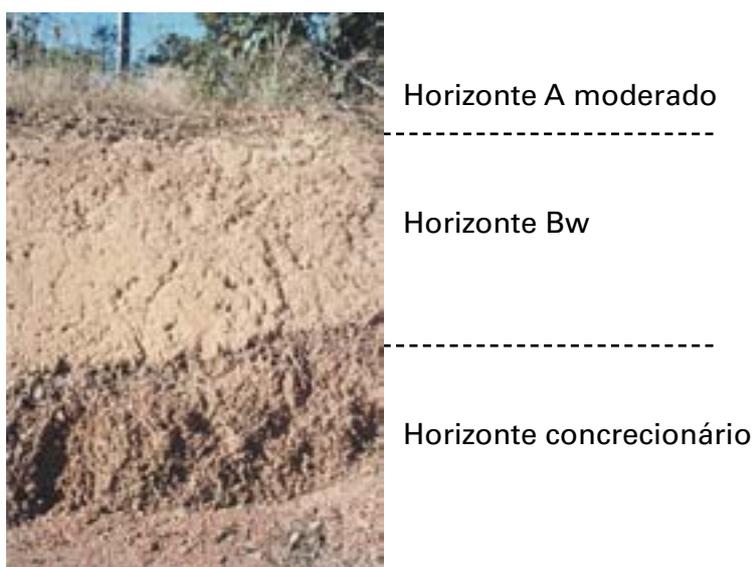


Foto 53 - Perfil de LATOSSOLO AMARELO Distrófico petroplíntico. Natividade - TO.

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. 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 menos por um longo período, associado à demanda de oxigênio pela atividade biológica.

Esse horizonte pode ser constituído por material de qualquer classe textural e suas cores, são de cromas bastante baixos, próximas de neutras ou realmente neutras, tornando-se, porém, mais brunadas ou amareladas por exposição do material ao ar. Quando existe estrutura, as faces dos elementos estruturais apresentam cor acinzentada, ou azulada, ou esverdeada, ou neutra como uma fase contínua e podem ter mosqueamento de cores mais vivas; o interior dos elementos de estrutura pode ter mosqueados proeminentes, 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, deve apresentar algum mosqueado, de croma alto concernente a cores amareladas ou avermelhadas, resultantes de segregação de ferro, podendo apresentar algumas acumulações algo avermelhadas, brandas ou semiconsolidadas, de manganês ou de ferro e manganês. Apresenta menos de 15% de plintita.

O horizonte glei pode ser um horizonte C, B, E ou horizonte hístico ou A, exceto o fraco. 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:

- 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 (N 1/ a N 8/) 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.
 - para todos os matizes e quaisquer valores, os cromas podem ser menores ou iguais a 2, desde que ocorram mosqueados de redução.

- coloração variegada com pelo menos uma das cores de acordo com um dos itens anteriores; ou
- 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 não sofrem variação com a secagem, por exposição do material ao ar.

Ademais, é significativa a presença ocasional de mosqueados pretos ou preto-avermelhados, formados por nódulos ou concreções de manganês ou de ferro e manganês.

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 (sem mudança textural abrupta) 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.



Foto 54 - Horizonte glei em perfil de GLEISSOLO HÁPLICOTb Distrófico plíntico. Brasília - DF.
Eduardo Guimarães Couto

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).

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.



Foto 55 - Horizonte litoplíntico em perfil de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico petroplíntico. Edéia - GO.

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. Este

horizonte pode se apresentar muito fraturado, desde que exista predomínio de blocos com tamanho de no mínimo 20cm ou as fendas que aparecem são poucas e separadas de 10cm ou mais, umas das outras.

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), Carvalho e outros (1988) e *World reference base for soil resources* (1994,1998).

Horizonte plíntico

Caracteriza-se, fundamentalmente, pela presença de plintita em quantidade igual ou superior a 15% e espessura de pelo menos 15cm. É um horizonte mineral B e/ou C que apresenta um arranjo de cores vermelhas e acinzentadas ou brancas, com ou sem cores amareladas ou brunadas, formando um padrão reticulado poligonal ou laminar. A coloração é usualmente variegada, com predominância de cores avermelhadas, bruno-amareladas, amarelo-brunadas, acinzentadas e esbranquiçadas, (menos freqüentemente amarelo-claras). Muitos horizontes plínticos possuem matrizes acinzentadas ou esbranquiçadas, com mosqueados abundantes de cores avermelhadas, 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:

- matizes 2,5Y a 5Y; ou
- 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 representam os mosqueados do horizonte, apresentam matiz e croma conforme especificações que se seguem:

- matizes 10R a 7,5YR, com cromas altos, usualmente acima de 4; ou
- matiz 10YR, com cromas muito altos, normalmente maiores que 6; ou
- matizes 2,5Y a 5Y.

A textura é franco-arenosa 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 K_i 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 plano a suave ondulado de áreas baixas, depressões, baixadas, terços inferiores de encostas, áreas de surgência, 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.



Foto 56 - Perfil de PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico. São Miguel do Araguaia - GO.

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 incipiente, B plânico ou horizonte glei, será identificado como horizonte plíntico, sendo a ele conferida a precedência taxonômica sobre os demais citados.

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 paralelepípedicas, 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 freqüente 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.

Outros horizontes diagnósticos subsuperficiais

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. 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.



Foto 57 - Duripã em perfil de ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico dúrico, espessarênico. Goiana - PE.

É um horizonte no qual:

- 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).

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. Tem conteúdo de matéria orgânica muito baixo, a densidade do solo é maior que a dos horizontes subjacentes, exhibe pseudocimentação 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 58 – Fragipã em perfil de ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico abruptico fragipânico. Usina Coruripe. Coruripe – Al.
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 arranjo 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).

Horizonte cálcico

É um horizonte de acumulação de carbonato de cálcio. Esta acumulação normalmente se dá no horizonte C, mas pode ocorrer no horizonte B ou A.

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 C 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 de crescer em profundidade.

Conceitos estabelecidos conforme *calcic horizon*, de *Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys* (1975).

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.

O horizonte E álbico possui no mínimo 1,0cm de espessura, e apresenta cores satisfazendo uma das seguintes condições:

- croma, em solo úmido, 2 ou menor, e:
 - valor, quando úmido, 3 ou maior e valor, quando seco, 6 ou maior; ou
 - valor, quando úmido, 4 ou maior e valor, quando seco, 5 ou maior.
- croma, em solo úmido, 3 ou menor, e:
 - valor, quando úmido, 6 ou maior; ou
 - valor, quando seco, 7 ou maior.

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, 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 *albic horizon*, conforme *Keys to soil taxonomy* (1994).

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, ou que se acumulam em concreções endurecidas ou ambos. O horizonte petrocálcico é evidência de avanço evolutivo do processo de calcificação.

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 é em geral superior a 10cm.

No caso de horizonte laminar sobre rocha consolidada, o mesmo é considerado petrocálcico se tiver espessura igual ou superior a 1,0cm.

Conceito derivado de *petrocalcic horizon*, segundo *Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys* (1975).



Foto 59 - Perfil de PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico. São Miguel do Araguaia - GO.

Horizonte A moderado

Horizonte E álbico

Horizonte plíntico

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. A evidência é uma ou mais das seguintes:

- concentração de jarosita; ou
- materiais sulfídricos imediatamente subjacentes (definidos anteriormente); 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 é altamente tóxico 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 de Bissani, Kämpf e Luz (1995).



Foto 60 - Aspecto da formação de crosta de jarosita em área drenada de GLEISSOLO TIOMÓRFICO. Aracruz – ES.

Levantamentos de solos

Definição

Os levantamentos de solos envolvem pesquisas de gabinete, campo e laboratório, compreendendo o registro de observações, análises e interpretações de aspectos do meio físico e de características morfológicas, físicas, químicas, mineralógicas e biológicas dos solos, visando à sua caracterização, classificação e principalmente cartografia.

Um levantamento pedológico 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, prevê e delimita suas áreas nos mapas/cartas, em termos de classes definidas de solos.

Um programa de levantamento pedológico 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. Assim, 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.

De maneira geral, um levantamento identifica e separa unidades de mapeamento. 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.

O mapa/carta é parte fundamental 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.

Objetivos

Os levantamentos pedológicos têm objetivos diversificados, desde a geração de conhecimentos sobre o recurso 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.

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 planejada, 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, taxaço de impostos, previsão de safras e planejamento de uso racional do solo em nível de propriedades.

No Brasil, os levantamentos de solos têm atendido a instituições de assistência técnica, de planejamento e de execução de projetos, para fins de seleção de áreas para colonização, estudos de viabilidade técnica de projetos de irrigação e drenagem, avaliação de aptidão agrícola, zoneamentos diversos (pedoclimáticos, socioeconômico-ecológicos, etc), extrapolação de resultados de pesquisas, indenização de áreas inundadas por represas hidrelétricas, subsídios aos Estudos de Impactos Ambientais e Relatórios de Impactos ao Meio Ambiente - EIA-RIMAS, e seleção de áreas experimentais. Podem também fornecer subsídios para elaboração de estudos da capacidade de uso da terra, de cartas morfopedológicas e de estudos geoambientais. Têm 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.

Em países em desenvolvimento como o Brasil, há amplas possibilidades de se fundamentar o crescimento econômico no potencial de uso do solo, sendo, para isto, imprescindível o conhecimento de sua aptidão para os diversos tipos de exploração agropecuária e florestal, preservação, expansão de áreas urbanas e industriais e locação de rodovias e ferrovias, segundo planejamento ideal de ocupação, em harmonia com o meio ambiente.

Enfim, os levantamentos de solos proporcionam subsídios que poderão evitar que áreas inadequadas para exploração sejam desmatadas ou alteradas em suas condições naturais de equilíbrio, causando danos irreversíveis à natureza, sem o esperado retorno dos investimentos.

Unidades básicas de referência

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.

Pedon e Polipedon

Nos sistemas modernos de classificação de solos, têm 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).

Perfil

Um perfil de solo é definido como um corte vertical na superfície da terra, que inclui todos os horizontes pedogeneticamente inter-relacionados e/ou camadas que tenham sido pouco influenciadas pelos processos pedogenéticos.

O perfil é uma face exposta do solo, que é reconhecido, 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).

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.

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 exhibe 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).

Unidades de mapeamento

Unidade de mapeamento constitui um conjunto de áreas de solos, com posições e relações definidas na paisagem. É caracterizada em termos da(s) unidade(s) taxonômica(s) que a compõem. As unidades de mapeamento podem ser constituídas, tanto por classes de solos, quanto por tipos de terreno. Ora juntamente (associação) e ora individualmente.

São na realidade as unidades mais homogêneas, que se consegue individualizar por interpretação de materiais básicos, em associação com trabalhos de campo, considerando-se o nível/escala do mapeamento. Os mapas/cartas são, portanto, constituídos por diversas unidades de mapeamento.

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 parâmetros de classificação, uma unidade de mapeamento é um conjunto de áreas de solos com relações e posições definidas na paisagem.

Uma unidade de mapeamento pode ser designada pelo nome de uma única unidade taxonômica (unidade simples) ou por várias unidades taxonômicas (unidade combinada).

Numa unidade simples, há predominância de uma classe de solos, com variações mínimas de características e propriedades. No mínimo 70% dos pedons em cada delimitação de uma unidade simples devem pertencer à classe taxonômica que lhe dá o nome.

Uma **unidade simples** é uma unidade de mapeamento com um só componente, podendo apresentar limites difusos, muito nítidos ou pouco nítidos em relação a outras unidades de solos.

Entre as unidades combinadas, são de maior relevância, para os levantamentos pedológicos, as associações, os complexos e os grupos indiferenciados de solos. Em sua composição, entram dois ou mais componentes.

Associações e complexos 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.

Associação de solos - é um agrupamento de unidades taxonômicas definidas, associadas geográfica e regularmente num padrão de arranjo definido. É constituída por classes de solos distintos, com limites nítidos ou pouco nítidos entre si, que normalmente podem ser separados em levantamentos de solos mais pormenorizados. A associação é estabelecida, principalmente, pela necessidade de generalizações cartográficas, em função da escala e do padrão de ocorrência dos solos de uma área. Sua designação é feita pela junção dos nomes de duas ou mais classes de solos e/ou tipos de terreno ligados pelo sinal (+).

Na descrição de unidades de mapeamento representadas por associações deve ser especificado o percentual de ocorrência de cada componente. Componentes individuais de uma associação devem ocupar no mínimo 20% da área da associação.

Complexo de solos - é uma associação de solos, cujos componentes taxonômicos não podem ser individualmente separados nem mesmo em escalas em torno de 1:20 000. As unidades taxonômicas que compõem um complexo deverão ser, necessariamente, identificadas, descritas, coletadas e caracterizadas analiticamente. O complexo é definido de acordo com as classes de solos que o compõem e identificado de acordo com os nomes das unidades taxonômicas ligadas por hífens, precedidos da palavra complexo. É, por definição, constituído por solos distintos, com limites pouco nítidos entre si, de difícil individualização para fins cartográficos.

Grupos indiferenciados de solos - são constituídos pela combinação de duas ou mais unidades taxonômicas com semelhanças morfogênicas e, portanto, pouco diferenciadas. São constituídos por unidades taxonômicas afins, com 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, uma vez que são determinantes do uso e manejo. Os grupos indiferenciados são designados pelos nomes das unidades taxonômicas e ligados pela conjunção e precedidos da expressão grupo indiferenciado.

Tipos de terreno - são ocorrências especiais, não caracterizadas propriamente como classes de solos, que por vezes constituem unidades de mapeamento.

Inclusões - em unidades de mapeamento simples ou combinadas, é comum a ocorrência de solos em proporção muito menor que o componente ou componentes principais. Estas ocorrências são designadas por inclusões e, em geral, representam menos de 20% da área total da unidade de mapeamento.

Fases de unidades de mapeamento

A fase não é uma unidade de classificação. É um recurso utilizado para separação das classes de solos, visando a prover mais subsídios à interpretação agrícola e não-agrícola dos solos.

A fase é utilizada para indicar mudanças nas feições do meio físico, no comportamento dos solos para fins específicos de uso e manejo e eventualmente nas características morfológicas. Ela pode ser empregada em qualquer tipo de levantamento pedológico, para subdivisão das unidades de mapeamento, segundo características que influenciam no uso do solo, destacando-se: vegetação, profundidade, pedregosidade, rochosidade, erosão, drenagem, relevo ou qualquer outra característica importante para os objetivos do levantamento (Apêndice 1).

Métodos de prospecção

Os métodos usuais de prospecção para fins de coleta de dados, descrição de características dos solos no campo e a verificação de limites entre unidades de mapeamento, compreendem as investigações ao longo de transeções, levantamentos de áreas-piloto, estudos de toposseqüências, sistema de malhas e o método do caminhamento livre. Qualquer dos métodos serve ao propósito fundamental de execução de observações de campo, coleta de amostras e mapeamento dos solos.

O método de transeções consiste de observações por meio de caminhos planejados para detectar, além das características dos solos, o máximo de variações da paisagem, compreendendo particularidades fisiográficas, tais como geologia, geomorfologia, vegetação, rede de drenagem superficial e uso atual

do solo. As observações são efetuadas a intervalos regulares (transeções por pontos) ou sempre que se perceba mudanças de classes de solos ou outras características importantes (transeções por linhas).

Os levantamentos de áreas-piloto são indicados para mapeamentos de natureza genérica e constam de investigações minuciosas de áreas menores, representativas de uma determinada feição fisiográfica e, posteriormente, extrapolada para o restante da área.

De acordo com o método de prospecção ao longo de toposseqüências, os solos e suas variações são correlacionados com as superfícies geomórficas em que ocorrem. Por esse método, é possível estabelecer correlações entre classes de solos, textura, drenagem, profundidade, declive, comprimento e forma de pendentes, posição e exposição dos solos em relação às encostas. É o método de prospecção mais apropriado para execução de levantamentos pedológicos detalhados.

Para projetos de uso intensivo de solos, em que levantamentos detalhados e ultradetalhados são executados, o planejamento de coleta de amostras, observações de campo e estudo da variabilidade dos solos é feito, normalmente, mediante utilização de sistema de malhas. Neste método, as caracterizações se processam a espaços prefixados de modo a formar um reticulado denso (malha) em toda a extensão da área.

Importante observar que neste sistema, não deve haver rigidez absoluta na localização dos pontos de coleta/observações, podendo o pedólogo de campo proceder a pequenos deslocamentos, visando a evitar a coincidência dos mesmos com locais impróprios, tais como córregos, lagos, construções, etc.

O sistema de malhas rígidas deve ser aplicado apenas para levantamentos ultradetalhados e mesmo assim em situações específicas, como no caso de áreas de sedimentos recentes, por exemplo.

Pelo método do caminhamento livre, pedólogos usam a própria experiência, o conhecimento sobre a área, a fotointerpretação e as correlações para definir os pontos de observação e amostragem, geralmente locais representativos, de modo que cada observação ou amostra coletada forneça o máximo de informações para o mapeamento e caracterização dos solos. Este método requer a existência de material cartográfico, imagens de radar e de satélites, assim como fotografias aéreas em escalas compatíveis.

Densidade de observações

Por observações, deve-se entender exames de perfis de solos, elaborados durante os trabalhos de campo, por meio de barrancos de estrada, mini-trincheiras e tradagens e que têm por objetivo identificar e verificar a extensão territorial de tipos de solos ou variações deles, para efeito de mapeamento. Alguns levantamentos executados com objetivos específicos requerem que as observações priorizem

determinadas características dos solos, como, por exemplo, profundidade efetiva, presença de camadas impermeáveis, espessura do horizonte A, etc.

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 uma 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, por meio de tradagens ou verificações de cortes de estradas, barrancos, voçorocas e outras escavações existentes. É função do nível de levantamento, da escala de publicação e da heterogeneidade da área.

Com base na experiência em diversos tipos de levantamentos pedológicos, 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/km ² |
| Exploratório | - < 0,04 observações/km ² |
| Esquemático | - sem especificação |

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, pode 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 arranjo e distribuição dos solos de acordo com o nível do levantamento executado.

Tipos de amostragem

Existem basicamente três tipos de amostragem, com o fim de caracterização e classificação de solos, a seguir discriminados:

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 que ocorrem desde a superfície até a base do perfil, ou pelo menos até o limite da sua seção de controle, são descritos e amostrados, visando à caracterização analítica.

Todas as determinações analíticas de rotina para levantamentos de solos, tais como granulometria, complexo sortivo, pH (H_2O e KCl) 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, independente dos horizontes ou camadas amostradas.

Amostra 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 sendo que algumas vezes é também coletado amostra de um horizonte interno a profundidade variável.

As determinações analíticas são, via de regra, o pH em H_2O , o complexo sortivo (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , H^+ e Al^{+++}) 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 complementar - denominações dadas aos tipos Perfis Completos e Amostras Extras, quando elaborados 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.

Amostra composta - trata-se de uma amostragem para fins de fertilidade, resultante da mistura de amostras de vários pontos do mesmo terreno. Normalmente é executada para subsidiar projetos de correções químicas (adubação e calagem), em atividades agropecuárias.

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 6.

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 conseqüentemente 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. Entretanto, no planejamento dos trabalhos, recomenda-se observar as indicações constantes do Quadro 6.

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:

- **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), ou um perfil completo e um ponto de Amostra Extra para 1 305km² (com variações entre 1:2 378km² e 1:856km²).
- **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), ou um perfil completo e um ponto de Amostra Extra para cada 66 415ha (com variações entre 1:17 393ha e 1:1 193ha).
- **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), ou um perfil completo e um ponto de Amostra Extra para cada 29ha (com variações entre 1:49ha e 1:21ha).

Observação: pelo fato dos levantamentos consultados em nível detalhado terem sido realizados apenas na Região Centro-Oeste, os valores observados podem ser referência apenas para trabalhos nesta região.

Bases de referência

Compreende o material cartográfico que é empregado nos levantamentos, consistindo de mapas ou cartas planialtimétricas, imagens de radar ou de

satélite, fotografias aéreas, carta-imagens, levantamentos topográficos convencionais, restituições aerofotográficas e outros (Apêndice 4).

Além deste material, os levantamentos utilizam as informações contidas em mapas/cartas pedológicas preexistentes, mapas geológicos, geomorfológicos, climáticos, fitogeográficos e outros que permitam a extração e a utilização de informações preliminares sobre o meio ambiente e o uso da terra.

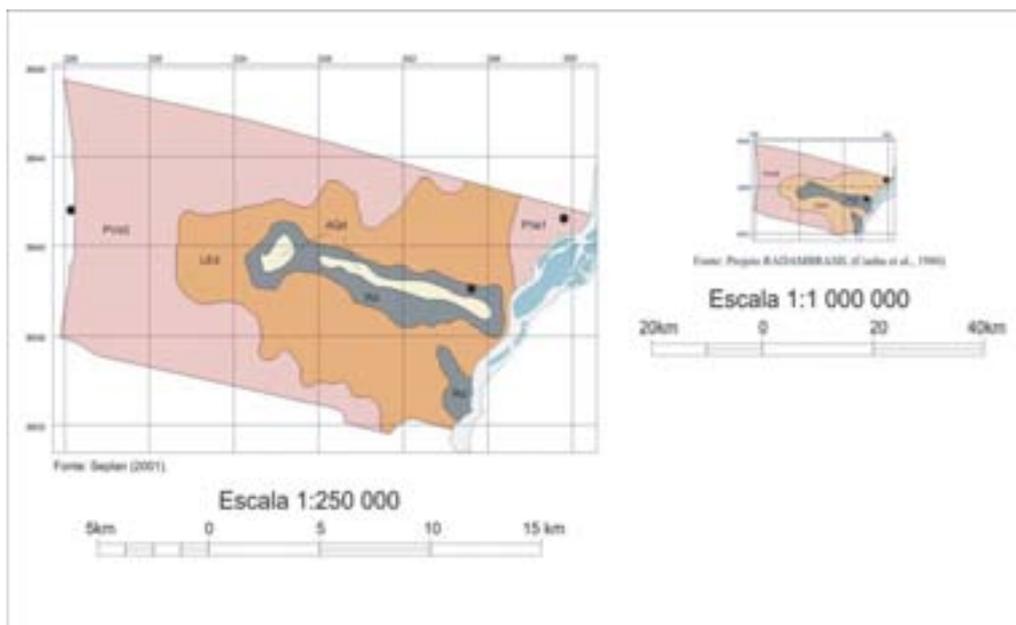
Escalas de mapas e cartas

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 (Apêndice 4).

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 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 (Apêndice 3). Podem ser representadas numérica ou graficamente (Figura 14).

Figura 14 - Exemplos de mapas de solos de uma mesma área, elaborados em escalas diferentes



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 representado 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 5).

Logo, grandes escalas são aquelas que apresentam pequenos valores numéricos no denominador e vice-versa.

Escala do material básico e de publicação

A escala do material básico deve ser selecionada tendo em vista a compatibilização cartográfica entre 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, fotografias aéreas na mesma escala de publicação.

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.

Os níveis dos levantamentos de solos e suas implicações

O usuário dos levantamentos de solos, bem como 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.

Quadro 5 – 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 | 0,40 | 0,004 |
| | 1:15 000 | 0,15 | 0,90 | 0,009 |
| | 1:20 000 | 0,20 | 1,60 | 0,016 |
| Semidetalhados | 1:25 000 | 0,25 | 2,50 | 0,025 |
| | 1:30 000 | 0,30 | 3,60 | 0,036 |
| | 1:50 000 | 0,50 | 10 | 0,10 |
| Reconhecimento de alta intensidade | 1:50 000 | 0,50 | 10 | 0,10 |
| | 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 | 1:100 000 | 1 | 40 | 0,4 |
| | 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 | 1:250 000 | 2,5 | 250 | 2,5 |
| | 1:300 000 | 3 | 360 | 3,6 |
| | 1:500 000 | 5 | 1.000 | 10 |
| | 1:750 000 | 7,5 | 2.250 | 22,5 |
| Exploratórios | 1:750 000 | 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 |

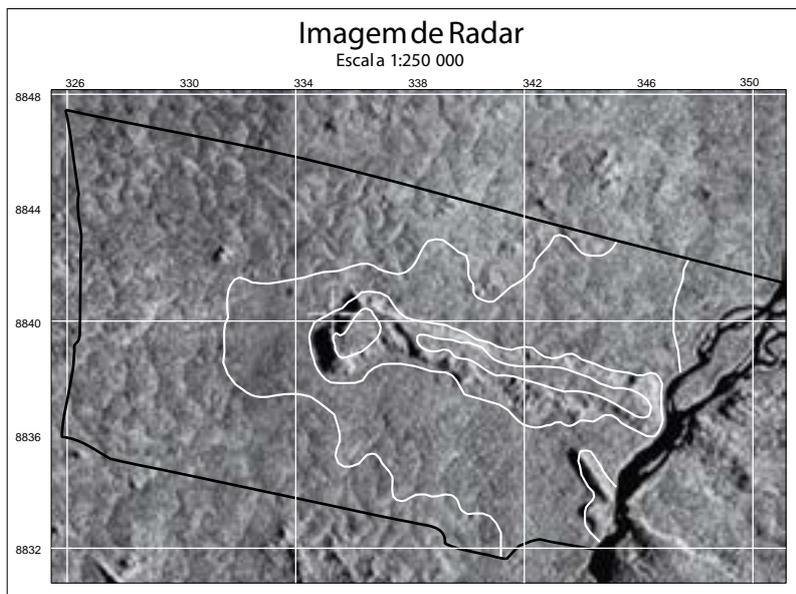
À medida que se elabora estudos ou trabalhos de mapeamento em níveis mais detalhados, com uso de sensores em escalas e/ou resoluções apropriadas, consegue-se obter maior refinamento, tanto no que diz respeito ao delineamento das unidades de mapeamento quanto maior pureza e precisão das informações vinculadas.

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, é 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 15 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 15 - Exemplos de mapas de solos elaborados em níveis diferenciados e utilizando sensores remotos diferentes

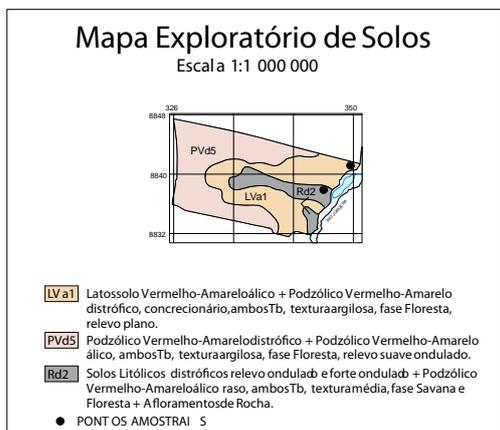
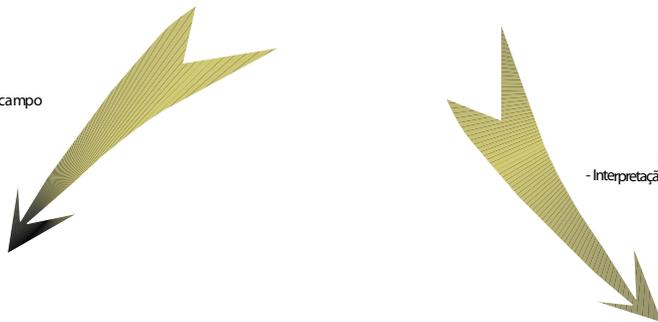
(continua)



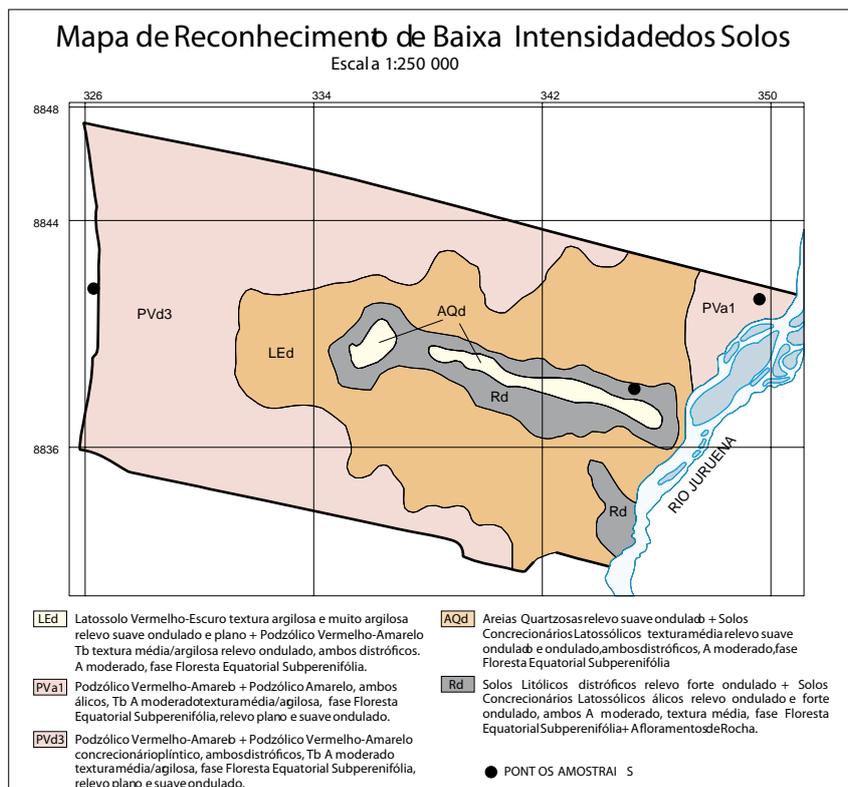
PROCEDIMENTOS:
 - Interpretação de imagem + trabalho de campo
 - Redução fotográfica
 - Generalização cartográfica

PROCEDIMENTOS:
 - Interpretação de imagem + trabalho de campo

PROCEDIMENTOS:
 - Interpretação de imagem + trabalho de campo

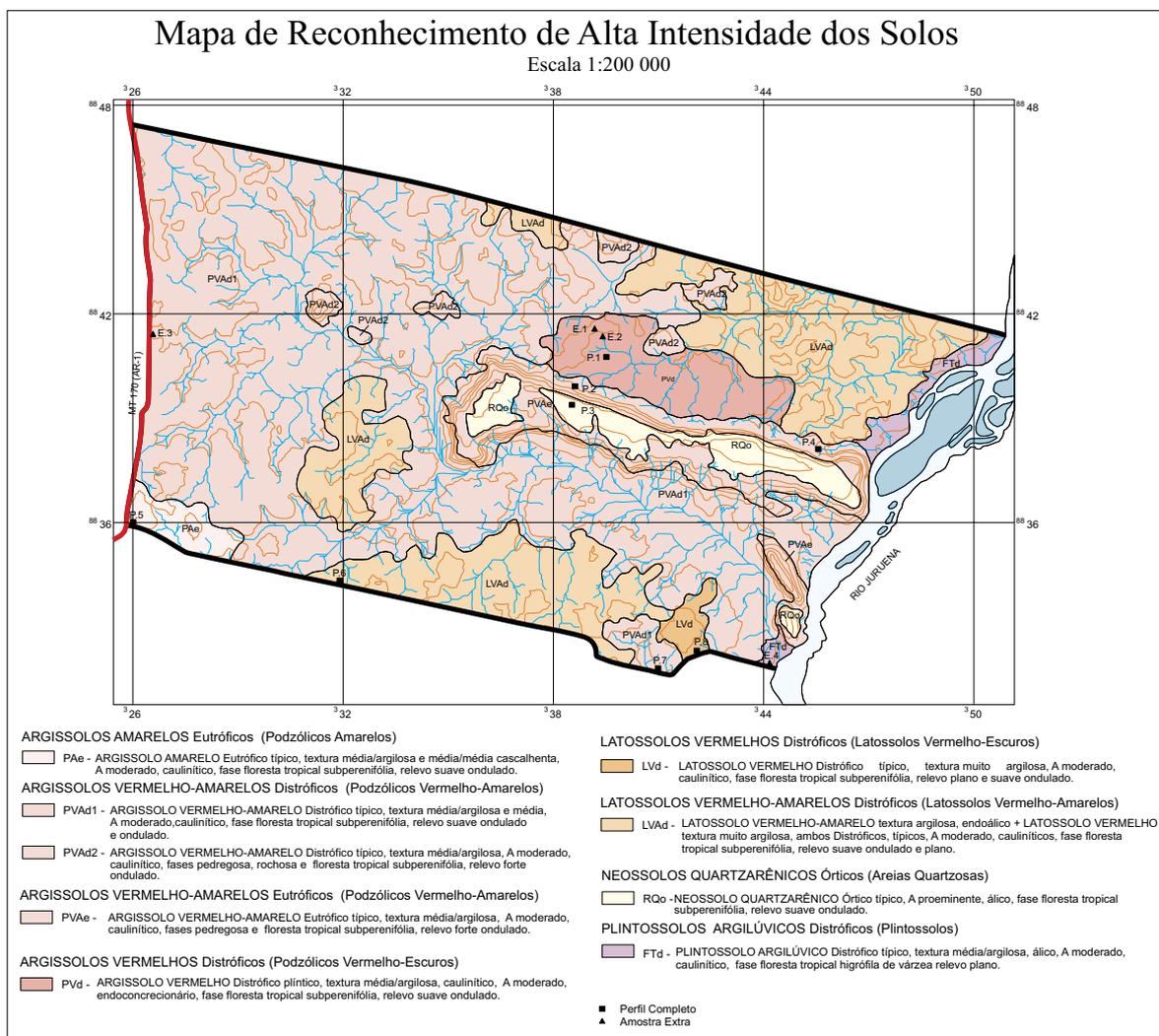
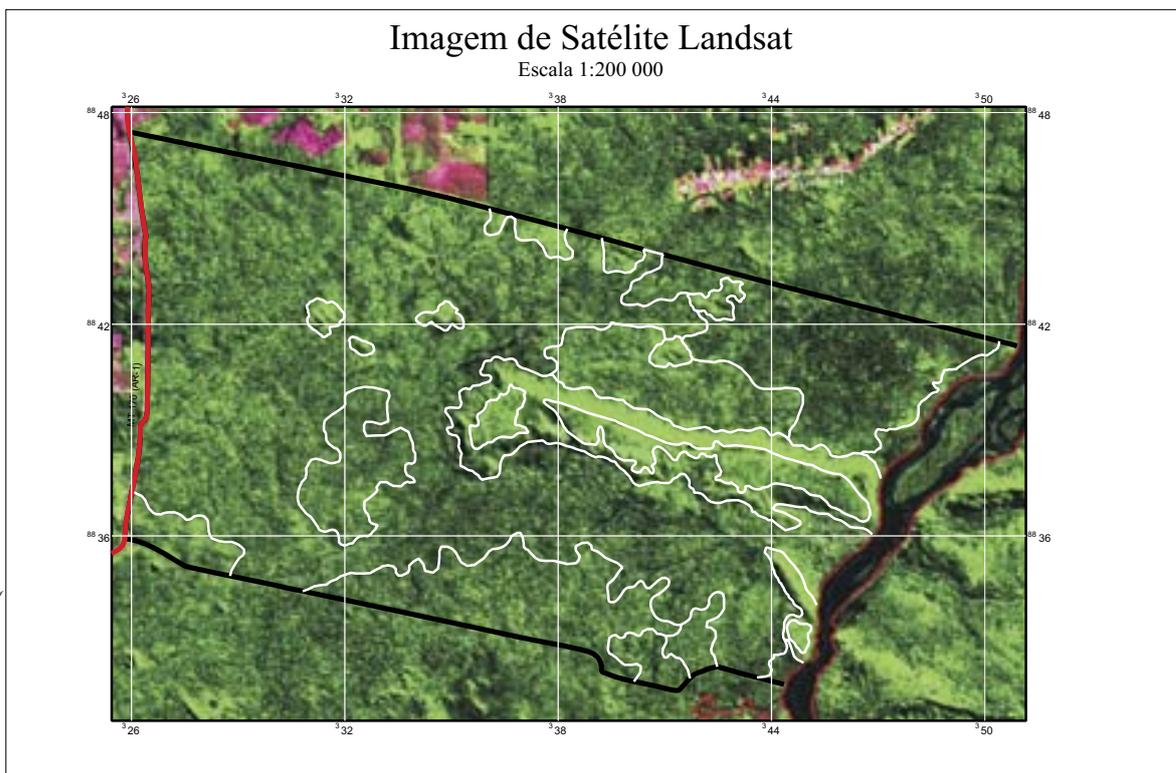


Fonte: Cunha e outros (1980).



Fonte: Seplan (2001).

Figura 15 - Exemplos de mapas de solos elaborados em níveis diferenciados e utilizando sensores remotos diferentes (conclusão)



É possível observar na Figura 15, 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 6, para este nível de levantamento.

Importante esclarecer que os mapas/cartas elaborados pelo Projeto RADAMBRASIL eram gerados 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 a 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 (DIAGNÓSTICO..., 2001). 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 de levantamentos extremamente generalizados em substituição a levantamentos mais detalhados, visando, muitas vezes, a 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 conseqüências 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 seqüência, 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, freqüência 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, deve-se 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 disto, geralmente, são executados em áreas comparativamente de menores dimensões e com a finalidade de embasar atividades econômicas que possibilitem o retorno do capital investido.

Tipos de levantamentos e de mapas ou cartas de solos

Os levantamentos de solos diferenciam-se, principalmente, quanto aos objetivos a que se destinam e quanto à extensão das áreas que abrangem. A cada tipo de levantamento corresponde a 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
- Ultradetalhado

Outros tipos de mapas ou cartas são denominados esquemáticos ou genéricos e são elaborados com base em compilação de dados. Via de regra, tratam-se de mapas, pois quase sempre contemplam áreas ou regiões de interesse político-administrativos.

Mapa esquemático

Os mapas esquemáticos de solos 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 material básico 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 mapas esquemáticos 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, em 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.

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 Centro Nacional de Pesquisa de Solos, da Embrapa.

Os materiais básicos necessários poderão compreender: 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. As características mais comumente utilizadas são: horizonte diagnóstico sub-superficial, horizonte diagnóstico superficial, cor e saturação por bases.

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.

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 em 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 e de interpretações diversas, 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 necessárias 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, EIA-RIMAS 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 fointerpretação, 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 de Grandes Grupos de solos. 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 a 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. 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.

As unidades de mapeamento nos levantamentos de reconhecimento de média intensidade podem ser constituídas por unidades simples ou por associações de até quatro componentes de Grandes Grupos de solos. 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 de relativamente pequenas dimensões e têm sido muito demandados, ultimamente para efeito de estudos ambientais para inserção de grandes empreendimentos, visando a 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 carta-imagem 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 freqüência 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 planejamento prévio de verificações da área.

Nos levantamentos de reconhecimento de alta intensidade, as unidades de mapeamento são constituídas por unidades simples ou por associações de até três componentes de Subgrupos de solos. Neste nível de reconhecimento, 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.

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.

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.

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 observação 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 são identificadas no campo, por observação e amostragem ao longo de toposseqüências selecionadas. As toposseqüências devem ser as mais representativas da área, abrangendo diversas formas de encostas e tipos de relevo, de modo a permitir as correlações solos-superfícies geomórficas.

* A CODEVASF, com sua experiência em elaborar, implantar e operar projetos de irrigação no vale do rio São Francisco, tem tentado aprimorar os parâmetros até então utilizados e recomenda para Levantamentos Semidetalhados, espaçamento de curva entre 2 e 6m, para escalas de mapa entre 1:10 000 e 1:25 000.

As relações solos-superfícies geomórficas são estabelecidas por caminhamento em toposseqüência com registro das variações quanto às classes de solos, textura (superficial e subsuperficial), tipo e espessura do horizonte A, profundidade dos solos e outras características relevantes para o mapeamento. Desta forma, as variações de solos são relacionadas com as classes de declividade, condições de drenagem, formas de pendentes e posição na encosta.

Os limites entre 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 fotografias aéreas e testados no campo.

Nos levantamentos semidetalhados, as unidades de mapeamento são constituídas por unidades simples, complexos e associações, definidas no nível de Família de solos, em sistemas hierárquicos de classificação. 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, neste tipo de levantamento, esteja em torno de 85-90% em termos de 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-plantas e propriedades importantes nas interpretações para fins de engenharia civil.

Levantamento detalhado

A execução de levantamentos detalhados visa a obter informações sobre os solos de áreas relativamente pequenas, para decisões localizadas, onde está previsto o uso realmente 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 relativamente pequenas, 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 muito demandados no Brasil em Estações de Experimentação Agrícola, Reservas e/ou Estações Ecológicas para definição de manejo, implantação de projetos agropastoris e, principalmente, 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.

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 1 (um) perfil completo e 2 (dois) 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 identificados por caminhamento no campo, em toposseqüências e com observações a pequenos intervalos. São, normalmente, unidades simples, homogêneas em termos de composição e definidas de acordo com limites préestabelecidos, 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 são definidas e descritas em termos taxonômicos, observando-se todas as características diferenciais importantes para distinção de classes, assim como características que influam na utilização prática dos solos.

* A CODEVASF, com sua experiência em elaborar, implantar e operar projetos de irrigação no vale do rio São Francisco, tem tentado aprimorar os parâmetros até então utilizados e recomenda para Levantamentos Detalhados, espaçamento de curva entre 0,25 e 1m, para escalas de mapa entre 1:2 000 e 1: 5 000.

As classes de solos definidas para levantamentos detalhados, 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.

Levantamento ultradetalhado

Executado para atendimento de problemas específicos de áreas muito pequenas, no nível de parcelas experimentais e áreas residenciais ou industriais.

Os levantamentos ultradetalhados têm a mesma estrutura básica dos levantamentos detalhados, deles diferenciando-se quanto ao método de prospecção (malhas rígidas) e 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 no horizonte A de 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 na área. 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 6, são sintetizadas as principais especificações e recomendações referentes aos tipos de levantamentos e mapas/cartas de solos.

Quadro 6 - 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 (apêndice 4) | Constituição de Unidades de Mapeamento | a) Escala Preferencial dos Mapas/Cartas Finais b) Área Mínima Mapeável (AMM) c) Frequência de Amostragem | |
|--------------------------------|--|---|---|--|--|--|
| Mapa Esquemático | Visão panorâmica da distribuição dos solos | Generalizações e amplas correlações com o meio ambiente | Mapas planialtimétricos, fotoíndices e imagens de radar e satélite em escalas pequenas | Associações extensas de vários componentes. Equivalente no 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 observações de campo | Mapas/Cartas planialtimétricas, imagens de radar, satélites e fotoíndices em escalas pequenas | Associações amplas de até cinco componentes. Correspondendo à 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 predominante na associação | |
| Reconhecimento | Baixa Intensidade | Estimativa de recursos potenciais de solos | Verificações de campo e extrapolação | Mapas/Cartas planialtimétricas, imagens de radar, satélites e carta imagem em escalas ≤ 1:100 000 | Associações e unidades simples de Grandes Grupos de solos | a) 1:250 000 a 1:750 000 b) 2,5 a 22,5km ² c) 1 perfil completo por unidades simples ou componente de associação |
| | Média Intensidade | Estimativa de natureza qualitativa e semiquantitativa do recurso solo | Verificações de campo e correlações solo-paisagem | Mapas/Cartas planialtimétricas, imagens de radar e satélites, em escalas > 1:250 000 e fotografias 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 2,5km ² c) 1 perfil completo por unidade simples ou componente de associação |
| | Alta Intensidade | Avaliação semi-quantitativa de áreas prioritárias | Verificações de campo e correlações solo-paisagem | Mapas/Cartas planialtimétricas, carta imagens em escala ≥ 1:100 000 e 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 agrícolas e de engenharia civil | Verificações de campo ao longo de toposseqüências selecionadas e correlações solo-superfícies geomórficas | Mapas/Cartas planialtimétricas e restituições aerofotográficas em escalas ≥ 1:50 000, levantamentos topográficos convencionais e fotografias aéreas em escalas ≥ 1:60 000 | Unidades simples, associações e complexos 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 ao longo de toposseqüências, quadriculas e relações solo-superfícies geomórficas | Mapas/Cartas planialtimétricas, restituições aerofotográficas, levantamentos topográficos com curvas de nível e fotografias aéreas em escalas ≥ 1:20 000 | Unidades simples, associações e complexos em nível de Famílias 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 específicos, localizados | Malhas rígidas | Plantas, Mapas/Cartas topográficas com curvas de nível a pequenos intervalos 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: Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Solos; Brasília, DF: Embrapa, Serviço de Produção de Informação, 1995.

(1) Em situações particulares pode variar até 1:100 000.

Trabalhos executados para fins específicos

Alguns outros estudos alternativos são desenvolvidos com razoável frequência, dentre eles vale mencionar:

Estudos expeditos

São estudos realizados geralmente em áreas pouco conhecidas, que têm como principal objetivo um conhecimento preliminar dos principais solos das mesmas, visando a 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.

Levantamento utilitário do meio físico

São estudos realizados com o fim precípua 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 e a 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.

Roteiro de atividades de campo, escritório e laboratório para execução de levantamentos pedológicos

- a) Áreas desenvolvidas, bem servidas por sistema rodoviário, regiões agrícolas, cerrados e campos abertos.
 1. Delimitação da área de trabalho.
 2. Definição do tipo de levantamento pedológico a ser executado, de acordo com a demanda, objetivos, precisão, escala, disponibilidade de material cartográfico básico e de sensores remotos.
 3. Dimensionamento da equipe de trabalho, considerando extensão da área, prazo de execução do levantamento e escala de apresentação do mapa de solos.
 4. Elaboração do cronograma de execução.
 5. Orçamento, custos e cronograma de desembolso financeiro.
 6. Providências para aquisição de material cartográfico básico e imagens de sensores remotos orbitais ou fotografias aéreas, confecção de bases especialmente encomendadas (restituições) e levantamentos topográficos.

cos convencionais em meio digital ou analógico, de acordo com o tipo de levantamento pedológico a ser executado.

7. Aquisição de material bibliográfico (mapas e relatórios de geologia, geomorfologia, vegetação, clima, relevo, rede de drenagem superficial, mapas rodoviários e fisiográficos, levantamentos pedológicos preexistentes, relatórios e mapas de uso atual do solo, práticas agrícolas predominantes e características socioeconômicas da área de trabalho).
8. Para o trabalho em meio digital é importante se dispor de equipamentos (computadores) com boa capacidade de armazenamento e velocidade de processamento, bem como a aquisição de softwares específicos para a atividade.
9. Confeção da base do mapa/carta final de solos, segundo especificações para cada tipo de levantamento pedológico. Diversos planos podem ser criados separadamente, compreendendo o contorno externo do mapa final, a rede de drenagem superficial, a rede rodoviária, a divisão política e outros temas apropriados a cada tipo de levantamento.
10. Planejamento do conteúdo e da forma de apresentação do relatório final.
11. Redação preliminar de aspectos do meio físico, métodos de trabalho e descrição geral da área.
12. Interpretação preliminar de fotografias aéreas ou imagens de sensores remotos orbitais em meio analógico ou digital, com base em levantamentos pedológicos preexistentes e aspectos do meio físico.
13. Verificação preliminar da área para identificação de classes de solos, visando à elaboração da legenda preliminar de mapeamento, descrição morfológica e coleta de amostras extras para caracterização analítica dos solos.
14. Definição e descrição sumária das unidades de mapeamento, apropriadas ao tipo de levantamento e montagem da legenda preliminar, com base em descrições morfológicas e dados analíticos parciais.
15. Início do mapeamento e prosseguimento da coleta de amostras extras e perfis complementares. Prosseguimento e atualização da digitação de dados levantados.
16. Primeira revisão da legenda preliminar e ajustes do mapeamento já executado, combinados com estudos de correlação de solos e coleta de amostras para solução de problemas pendentes.
17. Prosseguimento do mapeamento de campo e segunda revisão da legenda preliminar, coleta de amostras avulsas, perfis complementares e perfis completos representativos de unidades de mapeamento já definidas.
18. Conclusão do mapeamento e terceira revisão da legenda, realização de testes de composição de unidades de mapeamento e verificação de limites.

19. Início da compilação do mapeamento de campo (esboço) nas bases definitivas. Digitalização e superposição com outras bases temáticas digitalizadas anteriormente.
 20. Coleta de perfis completos representativos de todas as classes de solos, de acordo com as especificações para cada tipo de levantamento. Execução de testes de campo.
 21. Conclusão das análises de perfis completos, complementares e amostras extras coletadas durante todo o trabalho de campo.
 22. Classificação definitiva dos solos em sistema taxonômico vigente, de acordo com as características morfológicas e analíticas dos solos.
 23. Caracterização final das unidades de mapeamento (definição e composição) e montagem da legenda final de identificação dos solos.
 24. Redação, digitação e armazenamento do relatório final.
 25. Conclusão da compilação das folhas de campo em bases definitivas, digitalização do mapa final, armazenamento e confecção do mapa final de solos, conforme planejado.
 26. Finalização dos trabalhos de cartografia e desenho (segundo especificações), mensuração de áreas e conclusão do relatório final, com recomendações práticas e conclusões.
- b) Áreas de florestas densas, de acesso dificultado, servidas por poucas estradas e vias fluviais.
- Até o item 11 do roteiro anterior, as operações são idênticas.
12. Delimitação de padrões fotopedológicos, por interpretação de imagens de sensores remotos orbitais ou fotografias aéreas. Os padrões fotopedológicos são determinados por topografia, rede de drenagem superficial, variações na cobertura vegetal, tonalidade e textura de fotografias aéreas e imagens de sensores remotos orbitais.
 13. Estudo e interpretação de padrões fotopedológicos a serem verificados no campo e localização de linhas de caminhamento para cruzar feições importantes da paisagem local (picadas).
 14. Abertura de picadas e colocação de piquetes a distâncias fixas e regulares.
 15. Verificação preliminar da área, visando à identificação de classes de solos para elaboração da legenda de mapeamento e descrição e coleta de amostras avulsas e perfis complementares para caracterização analítica dos solos.
 16. Definição e descrição sumária das classes de solos e montagem da legenda de mapeamento, com base nas descrições morfológicas e dados analíticos.
 17. Início do mapeamento de campo e coleta de amostras extras, perfis completos e complementares. Início da digitação dos dados cartográficos e analíticos levantados.

18. Conclusão do mapeamento de campo, coleta de perfis completos representativos de classes de solos, fechamento da legenda preliminar e execução das determinações de campo, se necessário.

A partir do item 19, as operações de campo, de escritório e laboratório são idênticas às recomendadas para áreas desenvolvidas.

c) Áreas montanhosas, inaptas para exploração agropecuária, áreas de reservas indígenas, de preservação ecológica e áreas de exploração extrativista.

Situações deste tipo, se incluídas em áreas delimitadas para levantamentos pedológicos, devem ser respeitadas como tal e examinadas o mínimo possível, somente o suficiente para obtenção de informações para geoprocessamento e fechamento do mapa de solos.

Não obstante, poderão ser examinadas segundo o roteiro proposto para áreas florestais, quando da solicitação oficial de levantamentos pedológicos, para fins agrícolas, reflorestamento, preservação de áreas montanhosas ou conhecimento da natureza dos solos, em áreas selecionadas para repovoamento com espécies nativas para fins extrativistas.

d) Áreas temporária ou permanentemente inundadas (os mangues, várzeas inundáveis, planícies costeiras, o pantanal, os igapós, etc.).

Nestes tipos de áreas, normalmente é difícil seguir o roteiro de operações de campo previsto para levantamentos pedológicos.

A viabilidade de trabalhos de campo depende de planejamento prévio, de acordo com a periodicidade climática e seleção de áreas-piloto para estudos detalhados e posterior extrapolação.

Podem ser utilizados os métodos normais de levantamentos pedológicos para áreas desenvolvidas, intercalados com os procedimentos utilizados em áreas de florestas densas.

A fotointerpretação e o geoprocessamento são amplamente utilizados nestes tipos de áreas, mas devem ser combinados com verificações de campo em áreas-piloto ou com observações ao longo de linhas de caminhada previamente traçadas.

Elaboração do mapa/carta final de solos

Depois de concluído o mapeamento de campo, os esboços elaborados (folhas de campo) são transferidos (compilados) para mapas/cartas planimétricas ou bases especialmente confeccionadas para o mapa ou carta de solos (bases cartográficas) ou digitalizados para processamento em sistemas geográficos de informação e posterior geoprocessamento e cruzamento com outros planos temáticos.

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 UTM (Projeção Universal Transversa de Mercator) 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, responsabilidade de impressão, 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 arranjo 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 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 mostrada no **item cores para mapas/cartas de solos**, codificadas de acordo com o sistema PANTONE (Pantone Process Euroscale) e pelas paletas padrão C,M,Y,K e R,G,B.

Os pontos de amostragem deverão ser plotados no mapa mediante uso das convenções estabelecidas abaixo. A numeração de campo poderá a critério do responsável técnico, ser alterada em função de seu posicionamento no mapa/carta ou da ordenação das classes de solos.

Quadro 7 - Convenções para plotagem de pontos amostrais

| Tipos de Amostragem | Perfil Completo | Amostra Extra | Amostra para fins de Fertilidade |
|---------------------|-----------------|---------------|----------------------------------|
| Símbolos no mapa | ■ | ▲ | ● |

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".

Relatório final

O relatório constitui parte indispensável de um levantamento de solos. Nele deverão estar relatadas informações pormenorizadas 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, conseqüentemente, seu texto explicativo (relatório) apresenta-se mais enriquecido.

Os relatórios finais de levantamentos pedológicos devem abordar, necessariamente, três aspectos importantes:

- 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; e
- c) interpretação para diversos fins de utilização do solo.

A seqüência apresentada está de acordo com a lógica de execução de levantamentos e visa a atender ao maior número possível de usuários.

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.

Não existe um modelo único para relatórios finais de levantamentos pedológicos, mas como regra geral recomenda-se o seguinte:

- 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 a partir dos dados morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos, normalmente publicados em relatórios de levantamentos pedológicos;
- 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,

- resultados de testes de infiltração, condutividade hidráulica, testes de permeabilidade, estabilidade de agregados, limites de liquidez, plasticidade, índices de plasticidades e outras determinações necessárias, de acordo com a demanda de cada projeto;
- 3 - as descrições das unidades de mapeamento devem ser sucintas, o suficiente para identificá-las e distingui-las de outras unidades. Acompanham as descrições morfológicas, resultados analíticos e determinações de campo;
 - 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. Adicionalmente, podem ser incluídos, índices de produtividade estabelecidos pelas relações solo - cultura - práticas de manejo, constituindo um dado importante para agrônomos extensionistas, para assistência técnica a produtores rurais e para a avaliação do impacto econômico de práticas de uso e manejo dos solos;
 - 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 útil a condensação de dados 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 que deverão ser considerados na elaboração dos relatórios de levantamentos de solos:

- **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;
- **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; infra-estrutura 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);
- **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. Compreende, geralmente, os seguintes subitens:
 - Critérios para distinção de classes de solos e fases de unidades de mapeamento;
 - Descrição das classes de solos componentes das unidades de mapeamento; e
 - Considerações sobre tipos de terreno.

Para descrição, as classes de solos deverão ser ordenadas conforme o esquema estabelecido no item **Ordenação das classes de solos e dos tipos de terreno**. 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 agrícola; e
- **Bibliografia:** listagem de toda a literatura consultada ou citada, conforme normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

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 fins de facilitar o planejamento da legenda preliminar nas áreas que possuem cobertura aerofotogramétrica ou dispõem de imagens de outros sensores remotos em escalas coerentes com o tipo de levantamento a ser executado, é conveniente preceder estudo prévio dos padrões fotográficos, com a interpretação preliminar das relações solo-paisagem.

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 de mapeamento e estabelecer correlações destas com as diversas feições da paisagem.

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 das designações das respectivas unidades de mapeamento. 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 feitos as complementações e ajustes necessários 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 Apêndice 2, ou seja, deve-se 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.

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 pedregosos em todas 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 ser descrita da forma simplificada como se 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.

Ordenação das classes de solos e dos tipos de terrenos

A legenda final de identificação dos solos deverá ser ordenada, segundo o esquema exposto a seguir.

Quadro 8 – Critérios para ordenação de legendas de solos

| 1º Critério | 2º Critério | 3º Critério | 4º Critério |
|---|---|--|---|
| Relacionar as Unidades de Mapeamento conforme ordem constante no Quadro 9, considerando-se o 1º componente. | <p>Número de componentes.</p> <p>Observação.: Deverão figurar em 1º lugar as Unidades de Mapeamento com menor número de componentes</p> | <p>Ordenar as classes do 4º nível categórico por ordem alfabética.</p> <p>Exemplo: abruptico latossólico léptico plânico tiônico típico, etc.</p> <p>Observação: Relacionar primeiramente os solos enquadrados em uma única classe, em seguida em duas e assim sucessivamente.</p> | <p>I – Atividade de Argila: Ta, Tb</p> <p>II – Textura: muito argilosa, argilosa, siltosa, média, arenosa, indiscriminada</p> <p>III – Horizonte superficial: hístico, húmico, chernozêmico, proeminente, moderado, fraco, antrópico</p> <p>IV – Fases: Erosão: não-erodida, erodida Pedregosidade: não-pedregosa, pedregosa Rochosidade: não-rochosa, rochosa Vegetação: floresta, restinga, cerrado, caatinga, campo, outras Relevo: plano, suave ondulado, ondulado, forte ondulado, montanhoso, escarpado</p> |

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.

Quadro 9 – Ordem de apresentação das classes de solos e simbologia correspondente

(continua)

| 1) ARGISSOLOS | | | 4) ESPODOSSOLOS | | | |
|------------------------|------------------|----------------|----------------------|-------------------|-------------|------|
| Subordem | Grande Grupo | Símbolo | Subordem | Grande Grupo | Símbolo | |
| BRUNO-ACINZENTADO | Alítico | PBACal | HUMILÚVICO | Hidro-hiperespeso | EKGu | |
| ACINZENTADO | Distrocoeso | PACdx | | Hidromórfico | EKG | |
| | Distrófico | PACd | | Hiperespesso | EKu | |
| AMARELO | Eutrófico | PACe | FERRILÚVICO | Órtico | EKo | |
| | Alítico | PAal | | Hidro-hiperespeso | ESGu | |
| | Alumínico | PAa | | Hidromórfico | ESG | |
| | Distrocoeso | PAdx | Hiperespesso | ESu | | |
| | Distrófico | PAd | Órtico | ESo | | |
| | Eutrocoeso | PAex | FERRIHUMILÚVICO | Hidro-hiperespeso | ESKGu | |
| Eutrófico | PAe | Hidromórfico | | ESKg | | |
| | | Hiperespesso | | ESKu | | |
| VERMELHO | Alítico | PVal | Órtico | ESKo | | |
| | Alumínico | PVa | 5) GLEISSOLOS | | | |
| | Ta Distrófico | PVvd | Subordem | Grande Grupo | Símbolo | |
| | Distrófico | PVd | Tiomórfico | Húmico | GJh | |
| | Eutrófico | PVef | | Órtico | GJo | |
| VERMELHO-AMARELO | Eutrófico | PVe | SÁLICO | Sódico | GZn | |
| | Alítico | PVAal | | Órtico | GZo | |
| | Alumínico | PVAa | MELÂNICO | Carbonático | GMk | |
| | Ta Distrófico | PVAvd | | Alítico | GMal | |
| | Distrófico | PVAd | | Alumínico | GMa | |
| Eutrocoeso | PVAe | Ta Distrófico | | GMvd | | |
| | | Ta Eutrófico | | GMve | | |
| 2) CAMBISSOLOS | | | HÁPLICO | Tb Distrófico | GMbd | |
| Subordem | Grande Grupo | Símbolo | | Tb Eutrófico | GMbe | |
| HÚMICO | Aluminoférrico | CHaf | | HÁPLICO | Carbonático | GXk |
| | Alumínico | CHa | | | Alítico | Gxal |
| | Distroférrico | CHdf | | | Alumínico | GXa |
| | Distrófico | CHd | Ta Distrófico | | GXvd | |
| | | | Ta Eutrófico | | GXve | |
| FLÚVICO | Carbonático | CYk | Tb Distrófico | GXbd | | |
| | Sódico | CYn | Tb Eutrófico | GXbe | | |
| | Sálico | CYz | 6) LATOSSOLOS | | | |
| | Alumínico | CYa | Subordem | Grande Grupo | Símbolo | |
| | Ta Distrófico | CYvd | BRUNO | Acriférrico | LBwf | |
| | Ta Eutrófico | CYve | | Ácrico | LBw | |
| | Tb Distrófico | CYbd | | Aluminoférrico | LBaf | |
| | Tb Eutrófico | CYbe | | Alumínico | LBa | |
| | | Distroférrico | | LBdf | | |
| HÁPLICO | Carbonático | CXk | Distrófico | LBd | | |
| | Sódico | CXn | AMARELO | Acriférrico | LAWf | |
| | Perférrico | CXj | | Ácrico | LAW | |
| | Alítico | CXal | | Alumínico | LAA | |
| | Alumínico | Cxa | | Distroférrico | LAdf | |
| | Ta Distrófico | CXvd | | Distrocoeso | LAdx | |
| | Ta Eutrófico | CXvef | Distrófico | LAd | | |
| | Ta Eutrófico | CXve | Eutrófico | LAE | | |
| | Tb Distroférrico | CXbdf | VERMELHO | Perférrico | LVj | |
| | Tb Distrófico | CXbd | | Acriférrico | LVwf | |
| Tb Eutrófico | CXbef | Ácrico | | LVw | | |
| | | Aluminoférrico | | LVaf | | |
| | | Distroférrico | | LVdf | | |
| 3) CHERNOSSOLOS | | | Distrófico | LVd | | |
| Subordem | Grande Grupo | Símbolo | Eutrófico | LVEf | | |
| RÊNDZICO | Lítico | MDI | Eutrófico | LVE | | |
| | Órtico | MDO | VERMELHO-AMARELO | Acriférrico | LVAwf | |
| EBÂNICO | Carbonático | MEk | | Ácrico | LVAw | |
| | Órtico | MEo | | Alumínico | LVAa | |
| ARGILÚVICO | Férrico | MTf | | Distroférrico | LVAdf | |
| | Carbonático | MTk | | Distrófico | LVAAd | |
| | Órtico | MTo | Eutrófico | LVAe | | |
| HÁPLICO | Férrico | MXf | | | | |
| | Carbonático | MXk | | | | |
| | Órtico | MXo | | | | |

Quadro 9 – Ordem de apresentação das classes de solos e simbologia correspondente

(conclusão)

| 7) LUVISSOLOS | | | 10) ORGANOSSOLOS | | |
|----------------------|----------------|----------|-------------------------|----------------|---------|
| Subordem | Grande Grupo | Símbolo | Subordem | Grande Grupo | Símbolo |
| CRÔMICO | Carbonático | Tck | TIOMÓRFICO | Fíbrico | OJfi |
| | Pálico | TCp | | Hêmico | OJy |
| | Órtico | TCo | | Sáprico | OJs |
| HÁPLICO | Pálico | TXp | FÓLICO | Fíbrico | OOfi |
| | Órtico | TXo | | Hêmico | OOy |
| 8) NEOSSOLOS | | | HÁPLICO | Sáprico | OOs |
| Subordem | Grande Grupo | Símbolo | | Fíbrico | OXfi |
| LITÓLICO | Hístico | RLi | Hêmico | OXy | |
| | Húmico | RLh | Sáprico | OXs | |
| | Carbonático | RLk | 11) PLANOSSOLOS | | |
| | Chernossólico | RLm | Subordem | Grande Grupo | Símbolo |
| | Distro-úmbriço | RLdh | NÁTRICO | Carbonático | SNk |
| | Distrófico | RLd | | Sálico | SNz |
| | Eutro-úmbriço | RLeh | | Órtico | SNo |
| Eutrófico | RLe | HÁPLICO | Carbonático | SXk | |
| FLÚVICO | Carbonático | | Sálico | SXz | |
| Sódico | RYn | | Alítico | SXal | |
| Sálico | RYz | | Alumínico | SXa | |
| Psamítico | RYq | | Eutrófico | SXe | |
| Ta Eutrófico | RYve | | Distrófico | SXd | |
| Tb Distrófico | RYbd | | 12) PLINTOSSOLOS | | |
| Tb Eutrófico | RYbe | Subordem | Grande Grupo | Símbolo | |
| REGOLÍTICO | Húmico | RRh | PÉTRICO | Litoplíntico | FFf |
| | Distro-úmbriço | RRdh | | Concrecionário | FFc |
| | Distrófico | RRd | ARGILÚVICO | Alítico | FTal |
| | Eutro-úmbriço | RReh | | Alumínico | FTa |
| | Eutrófico | RRe | | Distrófico | FTd |
| QUARTZARÊNICO | Hidromórfico | RQg | | Eutrófico | FTe |
| Órtico | RQo | HÁPLICO | Alítico | FXal | |
| 9) NITOSSOLOS | | | Alumínico | FXa | |
| Subordem | Grande Grupo | | Símbolo | Ácrico | FXw |
| BRUNO | Aluminoférrico | | NBaf | Distrófico | FXd |
| | Alumínico | | NBa | Eutrófico | FXe |
| | Distroférrico | NBdf | 13) VERTISSOLOS | | |
| | Distrófico | NBd | Subordem | Grande Grupo | Símbolo |
| VERMELHO | Alítico | NVal | HIDROMÓRFICO | Carbonático | VGk |
| | Alumínico | NVa | | Sódico | VGn |
| | Distroférrico | NVdf | | Sálico | VGz |
| | Distrófico | NVd | | Órtico | VGo |
| | Eutroférrico | NVef | EBÂNICO | Carbonático | VEk |
| | Eutrófico | NVe | | Sódico | VEn |
| HÁPLICO | Alumínico | NXa | Órtico | VEo | |
| | Distrófico | NXd | HÁPLICO | Carbonático | VXk |
| | Eutrófico | NXe | | Sódico | VXn |
| | | Sálico | | VXz | |
| | | | | Órtico | VXo |

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.

| <u>Denominação</u> | <u>Símbolo</u> |
|-----------------------------|----------------|
| 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 |



Foto 61 – Afloramento de Rocha.
Urubici – SC.
Sérgio Hideiti Shimizu



Foto 62 – Área de Empréstimo.
Goiânia – GO.

Outras Ocorrências

| <u>Denominação</u> | <u>Símbolo</u> |
|------------------------|----------------|
| Aeroportos | Ar |
| Áreas Urbanizadas | AU |
| Cemitérios | Cm |
| Edificações | Ed |
| Estações de Tratamento | ET |
| Campos de Futebol | CF |



Foto 63 – Dunas. Florianópolis – SC.
Sérgio Hideiti Shimizu



Foto 64 – Lixão. Canaã dos Carajás – PA.



Foto 65 – Praia. Jeriquaquara – CE.
Roberto das Chagas Silva



Foto 66 – Área Urbanizada.
Goiânia – GO.



Foto 67 – Campo de Futebol
Goiânia – GO.

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 Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. As cores foram estabelecidas em consonância com o que já vem sendo praticado há muito, pela Embrapa Solos e outras instituições, e estão definidas até o nível de Subordens.

Se julgado necessário pelo(s) responsável(is) pelo mapeamento, distinguir nos mapas/cartas, classes de solos em nível de Grande Grupo, é facultado ao(s) mesmo(s) a utilização de artifícios cartográficos (ornamentos, etc.) em sobreposição às cores da tabela, desde que estes não sobrecarreguem demais o mapa prejudicando a compreensão das outras informações contidas e, principalmente, desde que não ofusquem ou mascarem a informação de cor.

Importante se ter conhecimento que a tabela de cores mostrada a seguir, codificada pelo sistema Pantone (Pantone Process Euroscale) e pelas paletas padrão C,M,Y,K e R.G.B., 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*.

Tabela - Convenção de cores para mapas/cartas de solos
(Sistemas PANTONE, CMYK e RGB)

Argissolos

| | |
|--|---|
| | Argissolos Bruno-Acinzentados E 141-9 CVC C=0 M=15 Y=3 K=0 R=250 G=210 B=221 |
| | Argissolos Acinzentados E 108-9 CVC C=0 M=15 Y=10 K=3 R=241 G=204 B=200 |
| | Argissolos Amarelos E 124-9 CVC C=0 M=5 Y=3 K=0 R=253 G=241 B=240 |
| | Argissolos Vermelhos E 86-9 CVC C=0 M=35 Y=25 K=0 R=240 G=165 B=157 |
| | Argissolos Vermelho-Amarelos E 107-9 CVC C=0 M=15 Y=10 K=0 R=249 G=210 B=205 |

Cambissolos

| | |
|--|--|
| | Cambissolos Húmicos E 27-7 CVC C=10 M=20 Y=50 K=5 R=207 G=182 B=128 |
| | Cambissolos Flúvicos E 29-8 CVC C=5 M=10 Y=20 K=0 R=235 G=219 B=191 |
| | Cambissolos Hápicos E 29-7 CVC C=10 M=15 Y=30 K=0 R=215 G=197 B=165 |

Chernossolos

| | |
|--|---|
| | Chernossolos Rêndzicos E 316-6 CVC C=40 M=60 Y=70 K=0 R=142 G=104 B=86 |
| | Chernossolos Ebânicos E 102-6 CVC C=20 M=40 Y=30 K=10 R=170 G=134 B=134 |
| | Chernossolos Argilúvicos E 102-2 CVC C=20 M=80 Y=60 K=15 R=156 G=74 B=78 |
| | Chernossolos Hápicos E 102-4 CVC C=20 M=60 Y=40 K=10 R=168 G=106 B=112 |

Espodossolos

| | |
|--|--|
| | Espodossolos Humilúvicos E 220-8 CVC C=20 M=5 Y=3 K=20 R=154 G=172 B=186 |
| | Espodossolos Ferrilúvicos E 220-9 CVC C=10 M=3 Y=3 K=15 R=182 G=190 B=197 |
| | Espodossolos Ferrihumilúvicos E 224-8 CVC C=20 M=5 Y=0 K=20 R=154 G=172 B=188 |

Gleissolos

| | |
|--|---|
| | Gleissolos Tiomórficos E 218-5 CVC C=50 M=15 Y=5 K=0 R=108 G=163 B=205 |
| | Gleissolos Sâlicos E 225-6 CVC C=50 M=5 Y=0 K=0 R=94 G=180 B=230 |
| | Gleissolos Melânicos E 211-8 CVC C=30 M=5 Y=3 K=0 R=150 G=199 B=230 |
| | Gleissolos Hápicos E 211-9 CVC C=20 M=3 Y=3 K=0 R=182 G=216 B=238 |

Latossolos

| | |
|--|--|
| | Latossolos Brunos E 6-5 CVC C=0 M=10 Y=50 K=5 R=236 G=213 B=131 |
| | Latossolos Amarelos E 5-8 CVC C=0 M=3 Y=30 K=0 R=254 G=243 B=175 |
| | Latossolos Vermelhos E 32-5 CVC C=0 M=25 Y=50 K=0 R=244 G=185 B=128 |
| | Latossolos Vermelho-Amarelos E 32-7 CVC C=0 M=15 Y=30 K=0 R=247 G=209 B=166 |

Luvisolos

| | |
|--|---|
| | Luvisolos Crômicos E 26-3 CVC C=10 M=40 Y=100 K=0 R=212 G=150 B=22 |
| | Luvisolos Hápicos E 26-6 CVC C=10 M=25 Y=60 K=0 R=215 G=178 B=112 |

Neossolos

| | |
|--|--|
| | Neossolos Litólicos E 325-6 CVC C=0 M=0 Y=0 K=40 R=150 G=149 B=149 |
| | Neossolos Flúvicos E 29-9 CVC C=5 M=5 Y=10 K=0 R=238 G=235 B=220 |
| | Neossolos Regolíticos E 325-8 CVC C=0 M=0 Y=0 K=15 R=207 G=206 B=206 |
| | Neossolos Quartzarênicos E 1-7 CVC C=0 M=0 Y=10 K=0 R=255 G=254 B=227 |

Nitossolos

| | |
|--|---|
| | Nitossolos Brunos E 59-6 CVC C=0 M=20 Y=25 K=20 R=193 G=163 B=143 |
| | Nitossolos Vermelhos E 58-7 CVC C=0 M=25 Y=30 K=10 R=216 G=171 B=146 |
| | Nitossolos Hápicos E 56-8 CVC C=0 M=20 Y=25 K=0 R=246 G=198 B=171 |

Organossolos

| | |
|--|---|
| | Organossolos Tiomórficos E 224-6 CVC C=50 M=15 Y=0 K=25 R=94 G=129 B=161 |
| | Organossolos Fólicos E 204-6 CVC C=40 M=25 Y=0 K=5 R=133 G=150 B=193 |
| | Organossolos Hápicos E 204-8 CVC C=25 M=15 Y=0 K=3 R=167 G=179 B=213 |

Planossolos

| | |
|--|---|
| | Planossolos Nátricos E 258-7 CVC C=35 M=0 Y=20 K=0 R=137 G=202 B=199 |
| | Planossolos Hápicos E 287-7 CVC C=20 M=0 Y=30 K=3 R=181 G=214 B=174 |

Plintossolos

| | |
|--|--|
| | Plintossolos Pétricos E 152-7 CVC C=3 M=30 Y=0 K=0 R=236 G=172 B=203 |
| | Plintossolos Argilúvicos E 153-8 CVC C=5 M=25 Y=0 K=3 R=227 G=179 B=205 |
| | Plintossolos Hápicos E 154-9 CVC C=3 M=15 Y=0 K=10 R=214 G=186 B=201 |

Vertissolos

| | |
|--|---|
| | Vertissolos Hidromórficos E 313-7 CVC C=30 M=20 Y=50 K=0 R=158 G=170 B=133 |
| | Vertissolos Ebânicos E 315-7 CVC C=30 M=20 Y=50 K=20 R=134 G=143 B=114 |
| | Vertissolos Hápicos E 312-8 CVC C=3 M=0 Y=30 K=20 R=192 G=192 B=145 |

CONVENÇÃO

Corpos d'água



E 232-9CVC
C=3 M=0 Y=0 K=0
R=244 G=250 B=254

Avaliações interpretativas de levantamentos de solos em uso no Brasil

Com o propósito de fornecer informações sobre o potencial das terras, vários métodos de avaliação foram desenvolvidos e vêm sendo aplicados no Brasil com objetivos diversos. A seguir serão comentados sucintamente alguns deles com base no trabalho de Ramalho Filho e Pereira (1999).

Avaliação de terras no sistema de capacidade de uso

O Sistema Brasileiro de Capacidade de Uso (LEPSCH et al., 1983) é uma versão modificada da classificação americana (KLINGEBIEL; MONTGOMERY, 1961). Este método, que se identifica com o planejamento de conservação de solo na agricultura, em nível empresarial, foi largamente utilizado em decorrência de sua simplicidade (MARQUES, 1958).

O uso deste método é baseado na suposição de que pode ser aplicado para interpretar estudos simplificados, denominados levantamentos utilitários (COLLINS, 1981), que podem ser feitos tanto por especialistas em ciência do solo, quanto por agrônomos treinados em conservação de solos.

A insuficiência de levantamentos detalhados convencionais de solos, em termos de projetos agrícolas, favorece a aplicação desta classificação no Brasil.

A Estrutura do sistema

Basicamente, não há diferença de estrutura entre o sistema de capacidade de uso da terra adaptado para as condições brasileiras (LEPSCH et al., 1983) e o original (KLINGEBIEL; MONTGOMERY, 1961). A inovação é a incorporação da unidade ou grupo de manejo, que representa grupamentos de terras, recebendo as mesmas práticas, devido a respostas similares ao tratamento. Entretanto, o uso de unidades de manejo não é factível no caso de se estudar uma área onde as unidades são descontínuas e os sistemas de produção compreendem diferentes tipos de utilização da terra e culturas.

No sistema original, várias categorias são estabelecidas. A categoria mais elevada e subdivisão mais genérica compreende dois grupos: terras recomendadas para cultivo e terras não-recomendadas para cultivo.

As categorias mais baixas são: classe de capacidade, subclasse de capacidade e unidade de capacidade.

As classes variam de I a VIII, de acordo com o grau de limitação. As subclasses indicam o fator limitante e, conseqüentemente, os principais problemas de conservação relacionados com o solo (s), erosão (e), drenagem (d) e clima (c). As unidades de capacidade permitem um agrupamento específico de solos similares, dentro de cada subclasse de capacidade. Elas se referem, principalmente, ao tratamento dado ao solo, de modo a superar as limitações de uso e permitir uma produção sustentável.

Aspectos favoráveis do sistema

Uma das vantagens deste sistema, que constitui uma proposta de metodologia generalizada, é a facilidade com que pode ser entendida. Como ele é relacionado somente com variáveis físicas e é relativamente pouco afetado pelas mudanças social, econômica e tecnológica, a classificação da Capacidade de Uso das Terras permanece válida por muito tempo. Apesar de simples e fácil de usar, o alcance de sua aplicação pode dar uma falsa impressão de segurança.

Aspectos desfavoráveis do sistema

O sistema americano, já em sua base, propõe-se a determinar procedimentos para o controle da erosão e classes de capacidade, por isso reflete, principalmente, a extensão e complexidade dos problemas de conservação. É dada importância ao declive, enquanto outras qualidades indicadoras de problemas de fertilidade são negligenciadas. Isto se deve ao fato de se considerar, presumidamente, um uso intensivo com alta tecnologia, baseado em equipamentos motorizados.

O sistema de capacidade de uso não é ideal para avaliar a terra em um nível tecnológico intermediário, ou seja, mediante à adoção de insumos simples. O consórcio de culturas e os principais sistemas integrados de produção dificilmente seriam incorporados ao estudo pelas seguintes razões:

- um nível tecnológico alto é pressuposto. Este critério não é aplicável aos contextos físico, social e econômico, nos sistemas de produção de pequena escala. Por isso o método tende a subestimar as limitações devidas à fertilidade; e
- o potencial e o comportamento dos solos também devem ser avaliados, considerando o uso de uma metodologia baseada em tecnologia intermediária. Isto incluiria uma série de práticas e métodos operacionais que estariam em consonância com a habilidade da maioria dos produtores, dentro dos contextos técnico, social e econômico.

Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras

A base deste modelo de classificação da aptidão de terras foi desenvolvida nos anos 1960, como uma tentativa de classificar o potencial das terras para a agricultura tropical.

O método é o resultado do trabalho de pesquisadores brasileiros, junto com especialistas da Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, como uma reação à classificação da capacidade de uso das terras, a qual havia demonstrado ser inadequada para classificar o potencial de terras em um país, onde, segundo Beek (1978), níveis de tecnologia muito diferentes convivem lado a lado.

A primeira aproximação continha muitos conceitos e procedimentos que serviram de base à atual estrutura de avaliação das terras, da FAO. Desde então, ela sofreu várias modificações e desdobramentos, durante sua aplicação na interpretação de levantamentos de recursos naturais.

Beek (1978) propôs modificações no método, visando a adaptá-lo para planejamento em longo prazo, conforme *Estudo das perspectivas de desenvolvimento de agricultura no Brasil* (1975), e a aproximação mais recente - *Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras*, de Ramalho Filho e Beek, (1995) - é uma avaliação física das terras, baseada nas suas qualidades e em níveis de manejo para diferentes usos da terra.

Níveis de manejo considerados

Tendo em vista práticas agrícolas ao alcance da maioria dos agricultores, num contexto específico, técnico, social e econômico, são considerados três níveis de manejo, visando a diagnosticar o comportamento das terras em diferentes níveis tecnológicos.

- nível de manejo A (Primitivo) - baseado em práticas agrícolas que refletem um baixo nível técnico-cultural;
- nível de manejo B (Pouco desenvolvido) - caracterizado pela adoção de práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico intermediário; e
- nível de manejo C (Desenvolvido) - baseado em práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico.

Estrutura do sistema

Grupos de Aptidão Agrícola - trata-se mais de um artifício cartográfico, que identifica no mapa o tipo de utilização mais intensivo das terras, ou seja, sua melhor aptidão. Seis grupos são identificados.

Os Grupos 1, 2 e 3, além da identificação de lavouras como tipo de utilização, desempenham a função de representar, no subgrupo, as melhores classes de aptidão das terras indicadas para lavouras, conforme os níveis de manejo. Os Grupos 4, 5 e 6 apenas identificam tipos de utilização (pastagem plantada, silvicultura e/ou pastagem natural e preservação da flora e da fauna, respectivamente), independente da classe de aptidão.

Classes de Aptidão Agrícola - expressam a aptidão agrícola das terras para um determinado tipo de utilização, com um nível de manejo definido, dentro do subgrupo de aptidão. Refletem o grau de intensidade com que as limitações afetam as terras.

São definidas quatro classes de Aptidão: Boa, Regular, Restrita e Inapta.

Aspectos favoráveis do sistema

A avaliação das terras por intermédio de um sistema agrícola sob diferentes níveis tecnológicos é bastante adequada para as características do Brasil, que apresenta em seu território situações muito distintas no tocante a aspectos tecnológicos, científicos e culturais.

A caracterização das diversas classes de terras, não se baseia prioritariamente em um aspecto limitante apenas. Todos os fatores de limitação são considerados de maneira igual.

Aspectos desfavoráveis do sistema

Como a maioria dos demais, deixa a desejar com relação a variáveis socio-econômicas.

Classificação de terras para irrigação

O sistema de avaliação de terras para irrigação utilizado no Brasil é o mesmo desenvolvido pelo United States Bureau of Reclamation-USBR. Trata-se de um sistema de avaliação com fim específico e é muito utilizado para implantação de Projetos de Irrigação. O método, conforme adotado no Brasil por algumas instituições, está contido na publicação *Classificação de terras para irrigação*, de Carter (1993). Ramalho Filho e Pereira (1999) fazem as seguintes considerações:

O método do USBR é especificamente dirigido para a classificação de terras para irrigação. Apresenta alguns aspectos interessantes que podem ser úteis em qualquer método de avaliação. São eles:

- a inclusão da acessibilidade à unidade de terra, como um critério para avaliar o seu potencial;
- conceito de capacidade de pagamento que expressa o potencial das terras em termos monetários;
- a forma integrada de apresentar o potencial das terras, incluindo os aspectos físico e econômico do seu uso; e
- a inclusão do custo do desenvolvimento da terra arável.

O método também é baseado nas limitações das terras, mas é quantitativo e incorpora critérios econômicos. Por outro lado, as classes não são universalmente similares, uma vez que os critérios das classes das terras têm sido, em muitos casos, definidos para cada projeto isoladamente.

Nesse método, faltam, também, considerações sobre os fatores sociais, tais como intensidade de trabalho e estrutura agrária. Isto é uma síntese, a qual indica que o método não é adequado para ser empregado em áreas onde os fatores sociopolíticos têm uma importância significativa.

O manual do USBR é exemplo de um método específico de avaliação de terras com objetivo específico, que aborda aspectos qualitativo e quantitativo de forma integrada.

Avaliação da susceptibilidade à erosão das terras

Com a crescente preocupação em relação à preservação ambiental e exploração sustentada dos recursos naturais, tem havido uma crescente demanda com relação a sistemas interpretativos capazes de fornecer previsões ou outros instrumentos de prevenção e controle de processos erosivos.

Para efeito de mapeamento, algumas instituições têm desenvolvido trabalhos de avaliação da “susceptibilidade à erosão” ou “potencial erosivo das terras”, lançando mão de informações (disponibilizadas em mapas/cartas), dos componentes ambientais envolvidos direta ou indiretamente na incidência de processos erosivos, e tomando-se por base a “Equação Universal de Perdas do Solo”, de Wischmeier e Smith (1961).

As informações fornecidas, em geral, são de cunho qualitativo e se prestam como instrumento de prevenção, ou seja, para direcionamento de políticas conservacionistas.

O IBGE procedeu este tipo de Avaliação para as Terras do Estado de Mato Grosso do Sul, com o propósito de elaborar o Zoneamento Ecológico-Econômico, cuja metodologia desenvolvida para este fim, pode ser encontrada em Del’Arco e outros (1992), e Oliveira e outros (1988).

Referências

ARONOFF, S. *Geographic information systems: a management perspective*. Ottawa: WDL Publications, c1989. 294 p.

ATLAS nacional do Brasil. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2000. 1 atlas (263 p.). Escalas variam.

AVERY, B. W. *Soil classification for England and Wales: [higher categories]*. Harpender: [s.n.], 1980. 67 p. (Soil survey technical monograph, 14).

BALDWIN, M.; KELLOGG, C. E.; THORP, J. Soil classification. In: SOILS and men. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, [1938]. p. 707-1001. (Yearbook of agriculture, 1938).

BEEK, K. J. *Land evaluation for agricultural development: some explorations of land-use systems analysis with particular reference to Latin America*. Wageningen: International Institute for Land Reclamation and Improvement, 1978. 333 p. (Publication – International Institute for Land Reclamation and Improvement, n. 23).

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: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos, 1995. p.1535-1537.

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. et al. *Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1986. 94 p. (Boletim técnico, 106).

CANTARELLA, H.; MONIZ, A. C. Unidades do sistema internacional em publicações da SBSCS. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 20, n. 2, p. 82-84, 1995.

CARTER, V. H. *Classificação de terras para irrigação*. Brasília, DF: Ministério da Integração Regional, Secretaria de Irrigação, 1993. 208 p. (Manual de irrigação, v. 2).

CARVALHO, A. P. de et al. *Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento: normas em uso pelo SNLCS*. Rio de Janeiro: EMBRAPA, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1988. 67 p. (EMBRAPA-SNLCS. Documentos, 11)

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, v. 19, p. 175-180, 1981.

CLINE, M. G. Basic principles of soil classification. *Soil Science*, Baltimore, n. 67, p. 81-91, 1949.

COLLINS, J. B. Soil resource inventory for the small farmer. In: SOIL resource inventories and development planning: selected papers from the proceedings of workshops organized by the Soil Resource Inventory Group at Cornell University, 1977-1978. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service, 1981. p. 37-45. (Technical monograph, n. 1).

COUTO, E. G.; OLIVEIRA, V. A. de. *Levantamento de reconhecimento de alta intensidade dos solos da Fazenda Rohsamar*. Município de Juruena-MT. Cuiabá, 2003. No prelo.

CUNHA, N. G. da et al. Pedologia. In: FOLHA SC.21 Juruena: geologia: geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: Projeto RADAMBRASIL, 1980. p. 165-324. (Levantamento de recursos naturais, v. 20).

CURI, N. et al. *Vocabulário de ciência do solo*. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. 90 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, 1978.

DEFINIÇÃO e notação de horizontes e camadas do solo. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1988. 54 p. (EMBRAPA-SNLCS. Documentos, 3).

DELARCO, D. M. et al. *Susceptibilidade à erosão da macrorregião da Bacia do Paraná-MS*. Campo Grande: IBGE em convênio com o Estado de Mato Grosso do Sul, 1992. 277 p.

DENT, D.; YOUNG, A. *Soil survey and land evaluation*. London: Allen & Unwin, 1981. 278 p.

DIAGNOSIS and improvement of saline and alkali soils. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1954. 160 p. (Agriculture handbook, n. 60).

DIAGNÓSTICO sócio-econômico-ecológico do estado de Mato Grosso e assistência técnica na formulação da segunda aproximação do zoneamento sócio-econômico-ecológico. Cuiabá: SEPLAN, MT/CNEC, 2001. CD-ROM.

DICK, D. P. *Caracterização de óxidos de ferro e adsorção de fósforo na fração argila de horizontes latossólicos*. 1986. 196 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1986.

ELBERSEN, G. W. W.; BENAVIDES, S. T.; BOTERO, P. J. *Metodología para levantamientos edafológicos: especificaciones y manual de procedimientos*. Bogotá: Centro Interamericano de Fotointerpretación, Unidad de Suelos, 1974.

ESTUDO das perspectivas de desenvolvimento de agricultura no Brasil (EPDABRA): projeções do consumo privado, por regiões e estratos de renda. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Secretaria Nacional de Planejamento Agrícola, 1975. 12 p.

ESWARAN, H. et al. *Vertisols: their properties, classification, distribution and management*. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture/University of Puerto Rico, 1999. CD-ROM.

FANNING, D. S.; RABENHORST, M. C.; BIGHAN, J. M. Colors of acid sulfate soils. In: 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 America, 1993. p. 91-108.

INTERNATIONAL SOIL CLASSIFICATION WORKSHOP, 8., 1986, Rio de Janeiro. *Classification, characterization and utilization of oxisols: proceedings*. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS/U.S. Department of Agriculture/University of Puerto Rico, 1988. pt. 1: Papers.

INTERNATIONAL SOIL CLASSIFICATION WORKSHOP, 8., 1986, Rio de Janeiro. *Classification, characterization and utilization of oxisols: proceedings*. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS/U.S. Department of Agriculture/University of Puerto Rico, 1988. pt. 2: Field trip background site and pedon descriptions, analytical data.

INTRODUÇÃO ao processamento digital de imagens. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. 94 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 9).

IRRIGATED land use: land classification. Denver: Department of Interior, Bureau of Reclamation, 1953. Bureau of Reclamation Manual, v. 5, pt. 2.

ISELL, R. F. *The Australian soil classification*. Melbourne: CSIRO, 1998. 143 p.

JACOMINE, P. K. T. Evolução do conhecimento sobre solos coesos no Brasil. In: WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 2001, Aracaju. *Anais...* Aracaju: EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, 2001. p. 19-46.

JOHNSON, W. M. The pedon and polypedon. *Soil Science Society of America Journal*, v. 27, p. 212-215, 1963.

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: EMBRAPA, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1988. p.153-183. (EMBRAPA-SNLCS. Documentos, 12).

KEHRIG, A. G. As relações K_i e K_r no solo. Ministério da Agricultura, Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas. *Bol. Inst. Quím. Agric*, n. 13, 1949, 67 p.

KER, J. C. *Mineralogia, sorção e desorção de fosfato, magnetização e elementos traços de latossolos do Brasil*. 1995. 181 p. Tese (Doutorado)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

KEYS to soil taxonomy. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1985. 244 p. (Technical monograph, n. 6).

KEYS to soil taxonomy. 6. ed. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1994. 306 p.

KEYS to soil taxonomy. 8. ed. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1998. 326 p.

KINDS of soil surveys. Washington, D.C., 1975. 11 p. Trabalho apresentado no National Soil Survey Technical Work-Planning Conference, Committee 7, Orlando, 1975,

KLINGEBIEL, A. A.; MONTGOMERY, P. H. *Land-capability classification*. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1961. 21 p. (Agriculture handbook, n. 210).

KNOX, E. G. Soil individuals and soil classification. *Soil Science Society of America*, v. 29, p. 79-84, 1965.

LEMOS, R. C. de; SANTOS, R. D. dos. *Manual de descrição e coleta no campo*. 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Rio de Janeiro: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1996. 83 p.

LEPSCH, I. F. et al. *Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso*. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. 175 p. 4. aproximação do Manual Brasileiro para Levantamento da Capacidade de Uso da Terra.

LIMA, M. I. C. de. *Introdução à interpretação radargeológica*. Rio de Janeiro: IBGE, 1995. 124 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 3).

- LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 2. ed. Nova Odessa: Plantarum, c1998. 2 v.
- LORENZI, H. et al. *Palmeiras no Brasil: nativas e exóticas*. Nova Odessa: Plantarum, c1996. 303 p.
- MANUAL de métodos de análise de solo. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1)
- MANUAL técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 1).
- MANUAL técnico de pedologia. Rio de Janeiro: IBGE, [2005]. 300 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 4). 1 CD-ROM. Trabalho apresentado ao XXX Congresso Brasileiro de Ciência do solo, Recife, 2005. Edição limitada, para divulgação junto à comunidade científica das áreas de Pedologia e ciências correlatas presentes ao evento.
- MAPA mundial de suelos: leyenda revisada. Roma: FAO, 1990. 142 p. (FAO. Informes sobre recursos mundiales de suelos, 60).
- MARQUES, J. Q. de A. *Manual brasileiro para levantamentos conservacionistas: 2. aproximação*. Rio de Janeiro: Escritório Técnico de Agricultura Brasil-Estados Unidos, 1958. 135 p.
- 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. Baltimore: Munsell Color, 1994.
- NOÇÕES básicas de cartografia. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. 130 p. 2 v. (Manuais técnicos em geociências, n. 8).
- NORMAS e critérios para levantamentos pedológicos. Rio de Janeiro: EMBRAPA, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1989. 93 p.
- NOVO, E. M. L. de M. *Sensoriamento remoto: princípios e aplicações*. 2 ed. 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 vertente de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 26, n. 5, p. 881-887, 2002.
- OLIVEIRA, J. B. de. *Pedologia aplicada*. Jaboticabal: 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*. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201 p.
- OLIVEIRA JUNIOR, R. S. de; CONSTANTIN, J. *Plantas daninhas e seu manejo*. Guaíba: Agropecuária, 2001. 362 p.

OLIVEIRA, L. B. de. *Determinação de frações grosseiras em solos muito pedregosos e ou concrecionários*. Rio de Janeiro: EMBRAPA, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1982. 7 p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim de pesquisa, 12).

OLIVEIRA, V. A. de et al. Metodologia do mapa de susceptibilidade à erosão da macrorregião da bacia do Paraná/MS. Escala 1:1 000 000. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., 1988, Belém. *Anais...* Belém: Sociedade Brasileira de Geologia, 1988. p. 2587-2597.

PROCEDIMENTOS normativos de levantamentos pedológicos. Rio de Janeiro: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1995. 116 p.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. *Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras* 3. ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1995. 65 p.

RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, L. C. *Aptidão agrícola das terras do Brasil: potencial de terras e análise dos principais métodos de avaliação*. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999. 36 p. (EMBRAPA Solos. Documentos, 1).

RESENDE, M. et al. *Pedologia: base para distinção de ambientes*. Viçosa: NEPUT, 1995. 304 p.

RESENDE, M.; SANTANA, D. P. Uso das relações K_i e K_r 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: EMBRAPA, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1988. p. 225-232. (EMBRAPA-SNLCS. Documentos, 12).

REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE APTIDÃO AGRÍCOLA DOS SOLOS, 1., 1979, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: EMBRAPA, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1979. 276 p.

REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE APTIDÃO AGRÍCOLA DOS SOLOS, 2., 1983, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: EMBRAPA, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1983. 138 p. (EMBRAPA-SNLCS. Documentos, 5).

REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO DE SOLOS E INTERPRETAÇÃO DE APTIDÃO AGRÍCOLA, 3., 1988, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: EMBRAPA, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1988. 425 p. (EMBRAPA-SNLCS. Documentos, 12).

REUNIÃO TÉCNICA DE LEVANTAMENTO DE SOLOS, 10., 1979, Rio de Janeiro. *Súmula...* Rio de Janeiro: EMBRAPA, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1979. 83 p. (EMBRAPA-SNLCS. Miscelânea, 1).

RIBEIRO, M. R. Características morfológicas dos horizontes coesos dos solos dos tabuleiros costeiros. In: WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS, 2001, Aracaju. *Anais...* Aracaju: EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, 2001. p. 161-168.

RIOS, A.J.W. *Amostragem, níveis de detalhamento e determinações analíticas empregadas em levantamentos pedológicos no Brasil*. 2006. 107 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

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; Rio de Janeiro: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2005. 100p.

SHELLING, J. Soil genesis, soil classification and soil survey. *Geoderma*, Amsterdam, v. 4, p. 165-193, 1970. SCHOENEBERGER, P. J. et al. *Field book for describing and sampling soils*. Lincoln, Neb.: U.S. Department of Agriculture, National Soil Survey Center, Natural Resources Conservation Service, [1998].

SCHOENEBERGER, P. J. et al. *Field book for describing and sampling soils*. Lincoln, Neb.: U.S. Department of Agriculture, National Soil Survey Center, Natural Resources Conservation Service, [1998].

SCHOENEBERGER, P. J. et al. *Field book for describing and sampling soils*. Version 2.0. Lincoln, Neb.: U.S. Department of Agriculture, National Soil Survey Center, Natural Resources Conservation Service, [2002].

SISTEMA brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999. 412 p.

SISTEMA brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006. 306 p.

SISTEMA brasileiro de classificação de solos: 1. aproximação. Rio de Janeiro: EMBRAPA, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1980. 73 p.

SISTEMA brasileiro de classificação de solos: 2. aproximação. Rio de Janeiro: EMBRAPA, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1981. 107 p.

SISTEMA brasileiro de classificação de solos: 3. aproximação. Rio de Janeiro: EMBRAPA, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1988. 105 p.

SISTEMA brasileiro de classificação de solos: 4. aproximação. Rio de Janeiro: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 169 p.

SMITH, G. D.; BRITO, P. A.; LUQUE, O. The lithoplinthic horizon, a diagnostic horizon to soil taxonomy. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 41, n. 6, p. 1212-1214, 1977.

SOIL map of the world. Paris: Unesco; Roma: FAO, 1974. v. 1. Escala 1:5 000 000.

A SOIL mapping system for Canada: revised. Ottawa: Land Resource Research Institute, 1984. 94 p. (Contribution, 142).

SOIL survey manual. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1951. 503 p. (Agriculture handbook, n. 18).

SOIL survey manual. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1962. Supplement to Agriculture handbook, n.18.

SOIL survey manual. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1981. (National soil handbook).

SOIL survey manual. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1984. cap.1. (Agriculture handbook, n. 430).

SOIL survey manual. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1993. (National soil handbook).

SOIL taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1975. 754 p. (Agriculture handbook, n. 436).

SOIL taxonomy: a basic system of soil classification of making and interpreting soil surveys. 2nd ed. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1999. 863 p. (Agriculture handbook, n. 436).

SOIL taxonomy: a basic system of soil classification of making and interpreting soil surveys. 2nd ed. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1999. 863 p. (Agriculture handbook, n. 436).

SOUZA, C. G. (Coord.). *Manual técnico de pedologia*. Rio de Janeiro: IBGE, [1995]. 104 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 4).

SUGUIO, K. *Dicionário de geologia marinha: com termos correspondentes em inglês, francês e 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. *Pedologie*, Ghent, v. 17, n. 3, p. 284-325, 1967.

THORP, J.; SMITH, G. D. Higher categories for soil classification. *Soil Science*, Baltimore, v. 67, p. 117-126, 1949.

TOMÉ JUNIOR, J. B. *Manual de interpretação de análise de solo*. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247 p.

TRAJETÓRIA evolutiva do sistema brasileiro de classificação de solos. In: SISTEMA brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: EMBRAPA, Serviço de Produção de Informação, 1999.

VELOSO, H. P.; GÓES-FILHO L. *Fitogeografia brasileira: classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical*. Salvador: [Projeto RADAMBRASIL], 1982. 80 p. (Série 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, v. 25, n. 6, p. 1330-1336, 2001.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. A universal soil loss estimating equation to guide conservation farm planning. In: INTERNATIONAL CONGRESS SOIL SCIENCE SOCIETY, 7., 1960, [S.l.]. *Proceedings...* [S.l.: s.n], 1961. v. 1, p. 2.

WORLD reference base for soil resources: draft. Paris: Unesco, 1994. 161 p.

WORLD reference base for soil resources. Rome: FAO, 1998. 88 p. (FAO. World soil resources reports, 84).

Apêndices

- 1 Critérios para distinção das fases de unidades de mapeamento**
- 2 Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS)**
- 3 Informações úteis para execução de levantamentos de solos**
- 4 Material cartográfico utilizado em levantamentos de solos**
- 5 Principais determinações e métodos de análises utilizados em levantamentos de solos no Brasil**
- 6 Apresentação de resultados analíticos**
- 7 Principais solos do Brasil**
- 8 Dados auxiliares**

1 Critérios para distinção das 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 Carvalho e outros (1998), são:

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 Pesquisas

de Solos - CNPS, contando com a colaboração de pesquisadores de outras Instituições, desenvolveram uma Classificação de Vegetação para as condições brasileiras, visando a 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 é mostrada a equivalência aproximada entre as grandes unidades de cada um dos mesmos.

Quadro 10 - Equivalência aproximada dos sistemas de classificação da vegetação

(continua)

| CNPS (1) | | IBGE (2) | |
|-------------------------------|--|---|---|
| Floresta Equatorial | Perúmida | Floresta Ombrófila Densa <ul style="list-style-type: none"> • Aluvial • Terras Baixas • Submontana • Montana • Alto-Montana | |
| | Perenifólia e Subperenifólia | Floresta Ombrófila Densa <ul style="list-style-type: none"> • Submontana • Montana • Alto-Montana | Floresta Ombrófila Aberta <ul style="list-style-type: none"> • Terras Baixas • Submontana • Montana |
| | Subcaducifólia | Floresta Estacional Semidecidual <ul style="list-style-type: none"> • Aluvial • Terras Baixas • Submontana • Montana | |
| | Higrófila de Várzea | Floresta Ombrófila Densa <ul style="list-style-type: none"> • Aluvial Floresta Ombrófila Aberta <ul style="list-style-type: none"> • Aluvial | Campinarana <ul style="list-style-type: none"> • Florestada |
| | Hidrófila de Várzea | Floresta Ombrófila Densa <ul style="list-style-type: none"> • Aluvial | Floresta Ombrófila Aberta <ul style="list-style-type: none"> • Aluvial |
| Floresta Tropical | Perúmida e Perenifólia | Floresta Ombrófila Densa <ul style="list-style-type: none"> • Terras baixas • Submontana • Montana • Alto-Montana | Floresta Ombrófila Aberta <ul style="list-style-type: none"> • Terras baixas • Submontana • Montana |
| | Subperenifólia e Subcaducifólia | Floresta Estacional Semidecidual <ul style="list-style-type: none"> • Aluvial • Terras Baixas • Submontana • Montana | |
| | Caducifólia | Floresta Estacional Decidual <ul style="list-style-type: none"> • Aluvial • Terras Baixas • Submontana • Montana | |
| | Hidrófila e Higrófila de Várzea | Floresta Ombrófila Densa <ul style="list-style-type: none"> • Aluvial Floresta Estacional Semidecidual <ul style="list-style-type: none"> • Aluvial | Floresta Ombrófila Aberta <ul style="list-style-type: none"> • Aluvial |
| Floresta Subtropical | Perúmida e Perenifólia | Floresta Ombrófila Densa <ul style="list-style-type: none"> • Terras baixas • Submontana • Montana • Alto-Montana | Floresta Ombrófila Aberta <ul style="list-style-type: none"> • Terras baixas • Submontana • Montana |
| | Perenifólia, Subperenifólia e Subcaducifólia (Arbóreo Arbustiva de caráter subúmido) | Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária) <ul style="list-style-type: none"> • Submontana • Alto-Montana • Montana | |
| | Hidrófila e Higrófila de Várzea | Floresta Ombrófila Mista <ul style="list-style-type: none"> • Aluvial Floresta Estacional Semidecidual <ul style="list-style-type: none"> • Aluvial | Floresta Ombrófila Densa <ul style="list-style-type: none"> • Aluvial Floresta Estacional Decidual <ul style="list-style-type: none"> • Aluvial |
| Restinga (Influência Marinha) | Floresta não Hidrófila de Restinga | Formações Pioneiras <ul style="list-style-type: none"> • Influência Marinha (Restingas) | |
| | Floresta Hidrófila de Restinga | Formações Pioneiras <ul style="list-style-type: none"> • Influência Marinha (Restingas) • Influência Fluvio-marinha (Manguezal e Campo Salino) | |
| | Restinga Arbustiva e Campo de Restinga | Formações Pioneiras <ul style="list-style-type: none"> • Influência Marinha (Restingas) | |
| Cerrado Equatorial | Subperenifólio | Savana <ul style="list-style-type: none"> • Parque • Gramíneo-Lenhosa | |
| | Campo Cerrado Equatorial | Savana <ul style="list-style-type: none"> • Arborizada • Parque • Gramíneo-Lenhosa | |
| | Vereda Equatorial | Savana <ul style="list-style-type: none"> • Parque • Gramíneo-Lenhosa | |

Quadro 10 - Equivalência aproximada dos sistemas de classificação da vegetação

(conclusão)

| | CNPS (1) | IBGE (2) | |
|-----------------------------|--|---|--|
| Cerrado e Cerradão Tropical | Subperenifólio, Subcaducifólio e Caducifólio | Savana • Florestada (Cerradão) • Arborizada | |
| | Campo Cerrado Tropical | Savana • Arborizada • Parque | • Gramíneo-Lenhosa |
| | Vereda Tropical | Savana • Parque • Gramíneo-Lenhosa | • Formação Pioneira com Influência Fluvial ou Lacustre |
| 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 |
| Campo Tropical | Campo | Savana • Gramíneo-Lenhosa | Savana Estépica • Gramíneo-Lenhosa |
| | Campo Hidrófilo de Várzea | Formações Pioneiras • Influência fluvial/lacustre | |
| | Campo Higrófilo de Várzea | Formações Pioneiras • Influência fluvial/lacustre | |
| Campo Subtropical | Campo Perúmido (Vegetação Alto Montana) | Refúgios Vegetacionais • Montana • Alto-Montana | |
| | Campo Úmido | Estepe • Gramíneo-Lenhosa | • Parque |
| | Campo Subúmido (prairies) | Estepe • Gramíneo-Lenhosa | • Parque |
| | Campo Hidrófilo de Várzea | Formações Pioneiras • Influência fluvial/lacustre | |
| | Campo Higrófilo de Várzea | Formações Pioneiras • Influência fluvial/lacustre | |
| Outros Campos | Campo Xerófilo | Savana Estépica • Gramíneo-Lenhosa | |
| | 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 | |

(1) Carvalho, A. P. de et al. Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento: normas em uso pelo SNLCS. Rio de Janeiro: Embrapa, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1988. (Embrapa- SNLCS. Documentos, 11.)

(2) Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. (Manuais técnicos em geociências, n.1).



Foto 68 - Floresta Equatorial Perenifolia⁽¹⁾ / Floresta Ombrófila Densa⁽²⁾. Juruti - PA.



Foto 69 - Floresta Equatorial Hidrófila de Várzea⁽¹⁾ / Floresta Ombrófila Aberta Aluvial⁽²⁾. Parintins - AM.



Foto 70 - Campo Equatorial Higrófilo de Várzea⁽¹⁾ / Campinarana Gramíneo-Lenhosa⁽²⁾ 1º Plano
*/Campinarana Arborizada⁽²⁾ 2º Plano. Cruzeiro do Sul - AC.
* Não há correspondência pelo Sistema CNPS .



Foto 71 - Floresta Tropical Perenifolia⁽¹⁾ / Floresta Ombrófila Densa⁽²⁾. Aripuanã - MT.
Paulo Klínger Tito Jacomine



Foto 72 - Floresta Tropical Perenifolia⁽¹⁾ / Floresta Ombrófila Densa⁽²⁾. Juína - MT.



Foto 73 - Floresta Tropical Caducifolia⁽¹⁾ / Floresta Estacional Decidual⁽²⁾. São Fidélis - RJ.

⁽¹⁾ Classificação pelo Sistema CNPS

⁽²⁾ Classificação pelo Sistema IBGE



Foto 74 - Floresta Tropical Subperenifólia⁽¹⁾ / Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica)⁽²⁾. Nova Friburgo - RJ.



Foto 75 - Floresta Subtropical Perenifólia⁽¹⁾ / Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica)⁽²⁾. Serra de Lages - SC.
Lúcia Helena Cunha dos Anjos



Foto 76 - Floresta Subtropical Subperenifólia⁽¹⁾ / Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária)⁽²⁾. Lebon Régis - SC.
Lúcia Helena Cunha dos Anjos



Foto 77 - Floresta Subtropical Subcaducifólia⁽¹⁾ / Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária)⁽²⁾.
Paulo Klingertito Jacomine



Foto 78 - Floresta não Hidrófila de Restinga⁽¹⁾ / Formações Pioneiras de Influência Marinha⁽²⁾. Região dos Lagos - RJ.
José Francisco Lumberas



Foto 79 - Restinga Arbustiva e Campo de Restinga⁽¹⁾ / Formações Pioneiras de Influência Marinha⁽²⁾. Região dos Lagos - RJ.
José Francisco Lumberas

⁽¹⁾ Classificação pelo Sistema CNPS

⁽²⁾ Classificação pelo Sistema IBGE



Foto 80 - Restinga Arbustiva e Campo de Restinga⁽¹⁾ / Formações Pioneiras de Influência Marinha⁽²⁾. São João da Barra (Grussaí) - RJ.



Foto 81 - Cerradão Tropical Subcaducifólio⁽¹⁾ / Savana Florestada⁽²⁾. Região Nordeste de Goiás

Luís Alberto Dambrós



Foto 82 - Cerradão Tropical Subcaducifólio⁽¹⁾ / Savana Arbórea Densa⁽²⁾ (Carrasco). Chapada dos Parecis - MT.



Foto 83 - Cerrado Tropical Subcaducifólio⁽¹⁾ / Savana Arborizada⁽²⁾. Cocalzinho - GO.



Foto 84 - Cerrado Tropical Caducifólio⁽¹⁾ / Savana Arborizada⁽²⁾. Novo Acordo - TO.

⁽¹⁾ Classificação pelo Sistema CNPS

⁽²⁾ Classificação pelo Sistema IBGE



Foto 85 - Campo Cerrado Tropical⁽¹⁾ / Savana Parque⁽²⁾. Parque das Emas - GO.



Foto 86 - Vereda Tropical⁽¹⁾ / Savana Gramíneo-Lenhosa com Floresta de Galeria⁽²⁾. Parque Estadual do Jalapão - TO



Foto 87 - Caatinga Hiperxerófila⁽¹⁾/ Savana Estépica Parque⁽²⁾. Sertão Nordestino.
Glailson Barreto Silva



Foto 88 - Caatinga Hiperxerófila⁽¹⁾ / Savana Estépica Parque⁽²⁾. Petrolina - PE.
Paulo Klingertito Jacomine



Foto 89 - Caatinga Hipoxerófila⁽¹⁾/Savana Estépica Arborizada⁽²⁾. Jaíba - MG.
Paulo Klingertito Jacomine



Foto 90 - Campo Equatorial Hidrófilo de Várzea⁽¹⁾/ Formações Pioneiras de Influência Fluvial⁽²⁾. Planície do rio Amazonas. Parintins - AM.

⁽¹⁾ Classificação pelo Sistema CNPS

⁽²⁾ Classificação pelo Sistema IBGE



Foto 91- Campo Tropical⁽¹⁾ / Savana Gramíneo-Lenhosa⁽²⁾. Nova Brasilândia - MT.



Foto 92 - Campo Subtropical Subúmido⁽¹⁾ / Estepe Parque⁽²⁾. Bagé - RS.



Foto 93 - Manguezal⁽¹⁾ / Formações Pioneiras de Influência Fluviomarinha⁽²⁾. Carutapera - MA.
Sebastião de Souza Silva



Foto 94 - Formação Rupestre⁽¹⁾ / Savana Parque⁽²⁾. Chapada dos Veadeiros - GO.
Luís Alberto Dambrós



Foto 95 - Campo Subtropical Subúmido⁽¹⁾ / Estepe Parque⁽²⁾ (Parque de Espinilho da barra do rio Quaraí). Barra do Quaraí - RS.
Sérgio Hideiti Shimizu

(1) Classificação pelo Sistema CNPS

(2) Classificação pelo Sistema IBGE

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 prover informações 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, onde os desnivelamentos são muito pequenos, com declividades inferiores a 3%.



Foto 96 - Relevo plano. Chapada dos Parecis - MT

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 97 - Relevo suave ondulado. Rio Branco - AC.

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 98 - Relevo ondulado. Nova Brasilândia - MT

Forte Ondulado - superfície de topografia movimentada, com desníveis fortes, formadas por conjunto de outeiros ou morros, ou por superfície entrecortada por vales profundos, configurando encostas ou pendentes com declives maiores que 20 até 45%.



Foto 99 - Relevo forte ondulado com topos abaulados (em "meia laranja"). Ponte Nova - MG



Foto 100 - Relevo forte ondulado com topos aguçados. Santo Antônio do Escalvado - MG

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%.



Foto 101 - Relevo montanhoso. Vale do rio Iguaçu - PR.



Foto 102 - Relevo montanhoso. São Fidélis - RJ.



Foto 103 - Relevo montanhoso. Ponte Nova - MG.

Escarpado - áreas com predomínio de formas abruptas, compreendendo superfícies muito íngremes, usualmente ultrapassando 75%, tais como: aparados, itaimbés, frentes de cuestras, falésias e vertentes de declives muito fortes.



Foto 104 - Relevo escarpado.
Nova Friburgo - RJ.



Foto 105 - Relevo escarpado. São Domingos - GO.

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.

Feições especiais de relevo

Podem ocorrer em determinadas situações e devem ser registradas junto à caracterização do relevo, em complementação a 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 micro depressões e micro elevações.



Foto 106 - Microrrelevo tipo "gilgai"
Eswaran, H. 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 2m de altura.



Foto 107 - Murundus. Chapada dos Parecis - MT.
Vilmar de Oliveira



Foto 108 - Murundus. Iramaia - BA.
Glailson Barreto Silva



Foto 109 - Dolina. Janaúba-MG.

Dolinas - Depressões no terreno, específicas de zonas calcárias, formadas por abatimento do material do solo, em razão da dissolução do material calcário em subsuperfície.

Dunas - Colinas de areia de natureza eólica, comuns nos terrenos arenosos e costeiros. Têm tamanhos variados e alcançam dezenas de metros de altura.



Foto 110 - Duna. Delta do Parnaíba - PI.
Roberto das Chagas Silva

Sambaquis - Montes artificiais constituídos de conchas de moluscos, encontrados ao longo da costa brasileira, mais freqüentemente 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. Contém instrumentos líticos, ossadas humanas e fragmentos de cerâmica, além de ossos de vários animais.



Foto 111 - Sambaqui. Ilha Comprida - SP.

“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 escoava (vazantes e corixos).

Cordilheira →
Corixo/Vazante →



Foto 112 - Cordilheiras e vazantes/corixos. Poconé - MT.

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.



Foto 113 - Dique marginal do rio Paraná. Divisa SP/MS.



Foto 114 - Dique marginal do rio Santo Antônio. Gurupi - TO.

Dique Aluvial



Foto 115 - Cultivo de hortaliças sobre dique do rio Cuiabá. Cuiabá - MT.

Cavidades - Ocorrências de origem diversa, muitas vezes associadas a áreas cársticas, que constituem "buracos" ou pequenas crateras na superfície do terreno.



Foto 116 - Cavidade
Gailson Barreto da Silva



Foto 117 - Cavidade ("sumidoro" em fundo de dolina)

“Folha de zinco” - Ocorrência específica de regiões aluvionares de grandes extensões (Ex. :baixada campista - Campos dos Goytacazes/RJ). Trata-se de sucessão de pequenos diques (elevações), alinhados paralelamente no terreno.



Foto 118 - Microrrelevo tipo “folha de zinco”. Praia de Grussaí. São João da Barra - RJ.

Talus – 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.

Observação: Alguns autores grafam de maneira diferente, como “tálus” por exemplo (Suguio, 1992).



Foto 119 - Talus de sopé de escarpa. São Domingos - GO.

Fases de drenagem

A drenagem do solo refere-se à rapidez e à facilidade com que a água recebida se escoar por infiltração e/ou escoamento, afetando as suas condições hídricas, refletidas nos períodos em que permanece úmido, molhado ou encharcado.

Embora ainda pouco usadas, alguns levantamentos de solos realizados em nível de detalhe vêm separando unidades de mapeamento por fases de drenagem, o que tem se mostrado um critério bastante útil, considerando o caráter utilitário dos mesmos.

A seguir serão 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, a seguir, são derivados de *Soil survey manual* (1951), com modificações oriundas da *Reunião técnica de levantamento solos* (1979).

Classes da drenagem

Excessivamente drenado - a água é removida do solo muito rapidamente; os solos com esta classe de drenagem são de textura arenosa. **Exemplo:** Neossolos Quartzarênicos Órticos.

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. **Exemplo:** Latossolos Vermelhos de textura média.

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 com esta classe de drenagem comumente apresentam textura argilosa ou média, não ocorrendo normalmente mosqueados de redução, entretanto, quando presente o mosqueado é profundo, localizando-se a mais de 150cm da superfície do solo e também a mais de 30cm do topo do horizonte B ou do horizonte C, se não existir B. **Exemplo:** Nitossolos Vermelhos e Argissolos Vermelho-Amarelos de textura argilosa ou média/argilosa.

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 com esta classe de drenagem comumente apresentam uma camada de permeabilidade lenta no *solum* ou imediatamente abaixo dele. O lençol freático acha-se imediatamente abaixo do *solum* ou afetando a parte inferior do horizonte B, por adição de água, através de translocação

lateral interna ou alguma combinação dessas condições. 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. **Exemplo:** Alguns Argissolos Vermelho-Amarelos e Argissolos Amarelos de textura média/argilosa.

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 com esta classe de drenagem comumente apresentam uma camada de permeabilidade lenta no *solum*, lençol 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. **Exemplo:** Alguns Vertissolos, Planossolos e Plintossolos.

Mal drenado - a água é removida do solo tão lentamente que este permanece molhado por uma grande parte do ano. O lençol freático comumente está à superfície ou próximo a ela durante uma considerável parte do ano. As condições de má drenagem são devidas a lençol freático elevado, camada lentamente permeável no perfil, adição de água através de translocação lateral interna ou alguma combinação destas condições. É freqüente a ocorrência de mosqueado no perfil e características de gleização. **Exemplo:** Gleissolos, alguns Espodossolos e Planossolos.

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. Solos com drenagem desta classe usualmente ocupam áreas planas ou depressões, onde há freqüentemente estagnação de água. Geralmente, são solos com gleização e, comumente, horizonte hístico. **Exemplo:** Organossolos.

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, 3% ou mais de material macroclástico em apreço. Essa qualificação abrange as classes de pedregosidade denominadas **pedregosa, muito pedregosa e extremamente pedregosa**, conforme definições a seguir, extraídas de Carvalho e outros (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 significativa, 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.

Extremamente pedregosa - calhaus e matacões ocupam de 50 a 90% da superfície do terreno e/ou massa do solo.

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.

Diferentes fases de pedregosidade são identificadas, em conformidade com a posição de ocorrência de calhaus e matacões, até 150cm de profundidade do solo, ou até contato lítico que ocorra à profundidade menor que 150cm e são as seguintes:



Foto 120 - Classe extremamente pedregosa.
Juína - MT.



Foto 121 - Fase pedregosa I. Ribeira - SP.

Fase pedregosa I (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 122 - Fase pedregosa II. Niquelândia - GO.

Fase pedregosa II (epipedregosa)

- O solo contém calhaus e/ou matacões na parte superficial e/ou dentro do solo até profundidade em torno de 40cm. Esta fase inclui solos da classe dos Neossolos Litólicos (Solos Litólicos), que apresentam pedregosidade. Solos com pavimento pedregoso que não pode ser facilmente removido incluem-se também nesta fase.

Fase pedregosa III (endopedregosa) - O solo contém calhaus e/ou matacões somente a partir de profundidades maiores que 40cm. Nesta fase estão incluídos tanto os solos que apresentam intercalação de uma seção de pedregosidade, como aqueles nos quais a pedregosidade é contínua em profundidade, porém a partir de 40cm abaixo da superfície do solo.



Foto 123 - Fase pedregosa III. Niquelândia - GO.

Fases de rochosidade

Fase rochosa - 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 identificada no(s) solo(s) que apresentar(em) as seguintes classes de rochosidade: **rochosa, muito rochosa e extremamente rochosa**, conforme descrição a seguir, extraída de Carvalho e outros (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 124 - Classe ligeiramente rochosa. Juruena - MT.
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.

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 125 - Classe rochosa. Juruena - MT.
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 126 - Classe muito rochosa. Juruena - MT.

Extremamente rochosa - afloramentos de rochas e/ou matacões ocupam mais de 90% da superfície do terreno, sendo, nesse caso, considerados tipos de terreno.

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 disto 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 de classes a seguir:

Classes de erosão

Não aparente - o solo nessa classe de erosão não apresenta sinais perceptíveis de erosão laminar ou em sulcos.



Foto 127 - Erosão eólica. Chapadão dos Gaúchos

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 original pouco espesso (<20cm), nos quais a camada arável é constituída de horizonte A e parte do B, também se enquadram nessa classe de erosão. As áreas apresentam sulcos superficiais e ocasionais sulcos 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.

Moderada - o solo, com 25 a 75% do horizonte A removido na maior parte da área, apresenta freqüentes 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.



Foto 128 - Erosão laminar. Ervália - MG.



Foto 129 - Erosão laminar e em sulcos. Cassilândia - MS.



Foto 130 - Erosão em sulcos. Uraí - PR.

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 freqüentes. Os sulcos em parte da área onde ocorre essa classe de erosão não são desfeitos pelas práticas normais de preparo do solo.



Foto 131 - Erosão em ravinas. Ceres - GO.

Muito forte - o solo apresenta o horizonte A completamente removido e o horizonte B já bastante atingido por freqüentes sulcos profundos (ravinas) e ocasionais sulcos muito profundos (voçorocas). Áreas que apresentam esta classe de erosão não podem ser cruzadas por máquinas agrícolas.



Foto 132 - Erosão em voçoroca. São Gabriel d'Oeste - MS.



Foto 133 - Erosão em voçoroca. Costa Rica - MS.

Extremamente forte - o solo apresenta os horizontes A e B completamente removidos, sendo que o horizonte C revela ocorrência muito freqüente de sulcos muito profundos (voçorocas). O solo com essa classe de erosão é inadequado para fins agrícolas.



Foto 134 - Erosão em voçoroca.
Jataí - GO.

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. Via de regra, tratam-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).



Foto 135 - Perfil de ORGANOS-SOLO HÁPLICO Sáprico típico, fase assoreada. Campo Erê - SC



Foto 136 - Perfil de GLEISSOLO HÁPLICOTb Distrófico plíntico, fase assoreada. Primavera do Leste - MT.

Eduardo Guimarães Couto

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.

Fase de substrato

Será identificada para solos da classe dos Neossolos Litólicos (Solos Litólicos). Visa a 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 Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS

Uma das principais características do SiBCS é ser um sistema aberto e portanto sujeito a constantes modificações a título de complementações e aperfeiçoamentos. Logo, as informações e conceitos constantes nesta edição do Manual técnico de pedologia são relativos ao vigente na época de sua publicação.

Situação atual

No ano de 1999, no decorrer do XXVII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizado em Brasília-DF, foi apresentado à comunidade científica o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, em sua versão primeira. Em meados de 2006 foi lançada a 2ª edição.

Datam da década de 1970 as primeiras tentativas de sua organização, tendo sido elaboradas quatro aproximações sucessivas buscando definir ou estruturar um sistema de classificação que fosse hierárquico, multicategórico e aberto.

Portanto, o sistema elaborado e apresentado é fruto do aprimoramento destas aproximações, é dotado de nomenclatura própria e está estruturado até o 4º nível categórico, dos seis níveis previstos. A estruturação e definição dos 5º e 6º níveis, embora com um grande elenco de critérios e características relacionados, está sendo objeto de amplas discussões entre a comunidade de Ciência do Solo e espera-se para um breve futuro a sua definição.

A elaboração do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos é um projeto nacional, de interesse e responsabilidade da comunidade de Ciência do Solo no País e é coordenado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos - CNPS da Embrapa (Embrapa Solos).

Os estudos para sua elaboração até o presente se deram em três níveis distintos, a saber: um Conselho Assessor Nacional, um Comitê Executivo e vários Núcleos Regionais.

As principais atividades e tomadas de decisões para definição das classes de 1º ao 4º nível e para a nomenclatura, foram de certa forma centralizadas ao nível de Comitê Executivo, embora tenha havido sugestões por parte do Conselho Assessor Nacional e de alguns Núcleos Regionais.

A partir do XXVIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, ocorrido no ano de 2001, o CNPS propôs uma reorganização na estrutura dos estudos, que trouxe como inovação a criação de Comitês Regionais em substituição aos Núcleos Regionais, com maior autonomia para conduzir os estudos de suas regiões, avaliar, discutir, selecionar e encaminhar os problemas para a avaliação final por parte do Comitê Executivo, aliviando desta forma a sobrecarga sobre este e agilizando o processo.

A seguir serão mostradas de forma sintética as principais características do SiBCS, constantes na publicação original, *Sistema brasileiro de classificação de solos* (2006), da Embrapa.

A estrutura do sistema

O sistema caracteriza-se por ser multicategórico, hierárquico e aberto. Dentro desta concepção, foi estruturado em seis níveis categóricos, como mostrado a seguir:

1º Nível - 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 “solo”.

No Quadro 11, 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 11 – 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. | Horizonte B nítico |
| 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 <i>planus</i> , plano, horizontal; conotativo de solos desenvolvidos com encharcamento superficial estacional. | Horizonte B plânico |
| 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 |

2º Nível - SUBORDENS

No 2º 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.

A seguir são relacionados os principais termos empregados no 2º nível categórico e o seu significado ou as características associadas.

| Nomenclatura | Características associadas |
|--|---|
| Amarelo, Acinzentado, Bruno-Acinzentado, Bruno, Vermelho, Vermelho-Amarelo | - Cores do Solo |
| Argilúvico | - B textural ou caráter argilúvico |
| Crômico | - Caráter crômico |
| Ebânico | - Caráter ebânico |
| Ferrilúvico, Humilúvico e Ferrihumilúvico | - 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) |
| Húmico | - Horizonte A Húmico |
| Litólico | - Contato lítico dentro de 50cm da superfície |
| Melânico | - Horizontes hístico, húmico, proeminente e chernozêmico |
| Nátrico | - Caráter sódico |
| Pétrico | - Horizonte litoplântico 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 CaCO ₃ equivalente, mais contato lítico |
| Sálico | - Caráter sálico |
| Tiomórfico | - Horizonte sulfúrico e/ou materiais sulfídricos |

3º Nível - GRANDES GRUPOS

No 3º Nível Categórico, as classes foram separadas por uma ou mais das seguintes características:

- Tipo e arrançamento 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.

A seguir são relacionados os principais termos empregados no 3º nível categórico e o seu significado ou as características associadas.

| Nomenclatura | Características associadas |
|--|--|
| Ácrico, Acriférico | - Caráter ácrico e caráter ácrico + teor de ferro |
| Alítico | - Caráter alítico |
| Alumínico, Aluminoférico | - Caráter alumínico e caráter alumínico + teor de ferro |
| Argila de Atividade Baixa e Alta (Tb e Ta) | - CTC e teor de argila |
| Carbonático | - Caráter carbonático ou horizonte cálcico |
| Concrecionário | - Horizonte concrecionário |
| Distrocoeso, Eutrocoeso | - Saturação por bases + caráter coeso |
| Distrófico, Eutrófico, Distroférico, Eutroférico | - Saturação por bases e saturação por bases + teor de ferro |
| Distro-úmbrico, Eutro-úmbrico | - Saturação por bases + horizonte A proeminente |
| Férico, Perférico | - 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 |
| Litoplítico | - Horizonte litoplítico |
| Órtico | - Quando empregado, se refere a todos os demais solos não distinguidos nas classes precedentes |
| Pálico | - A + B (exceto BC) > 80cm |
| Psamítico | - Textura arenosa |
| Sálico | - Caráter sálico |
| Saprolítico | - Presença de C ou Cr dentro de 100cm e sem ocorrência de contato lítico dentro de 200cm da superfície |
| Sódico | - Caráter sódico |

4º Nível - SUBGRUPOS

No 4º 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.

A seguir são relacionados os principais termos empregados no 4º nível categórico e o seu significado ou as características associadas.

(continua)

| Nomenclatura | Características associadas |
|---|--|
| Abruptico | – Mudança textural abrupta |
| Antropogênico | – Solos afetados por atividade antrópica |
| 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 |
| Epiáquico | – Caráter epiáquico |
| Espessarênico | – Textura arenosa x profundidade |
| Espesso | – Profundidade de A + E |
| Espódico | – B textural com acúmulo iluvial de carbono orgânico e alumínio com ou sem ferro, insuficiente para B espódico |
| Êútrico | – pH e S altos |
| Fragmentário | – Contato lítico fragmentário |
| Fragipânico | – Presença de fragipã |
| Gleissólico | – Horizonte glei ou mosqueados de oxidação e redução |
| Latosólico | – 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 |

(conclusão)

| Nomenclatura | Características associadas |
|--------------|--|
| Planossólico | – B textural com mudança textural abrupta e sem cores para B plânico ou, B plânico em posição não diagnóstica para Planossolos |
| Plíntico | – Caráter ou horizonte plíntico |
| Psamítico | – Textura arenosa |
| Rúbrico | – Caráter 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 |
| 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. Representa o conceito central |
| Vertissólico | – Horizonte vértico – caráter vértico. |

5º Nível - **FAMÍLIAS**

No 5º Nível Categórico (famílias), ainda não estruturado, as classes deverão ser definidas com base em propriedades físicas, químicas e mineralógicas e em propriedades que refletem condições ambientais.

Nesse nível agregam-se as informações de caráter pragmático, para fins de utilização agrícola e não-agrícola dos solos, compreendendo características diferenciais para distinção de grupamentos mais homogêneos.

O 5º nível categórico deve necessariamente ser empregado em levantamentos de solos semidetalhados ou detalhados, embora nada impeça que muitas das características contempladas no mesmo, sejam empregadas em trabalhos de menor detalhe.

6º Nível - **SÉRIES**

O 6º Nível Categórico, também ainda não estruturado, é a categoria mais homogênea do sistema, correspondendo ao nível de “série de solos”, que deverá ser utilizada em levantamentos detalhados.

A definição de classes neste nível deverá ter por base características diretamente relacionadas com o crescimento das plantas, principalmente no que concerne ao desenvolvimento do sistema radicular, relações solo-água-plantas e propriedades importantes nas interpretações para fins de engenharia e geotecnia.

Para a nomenclatura das classes do 6º nível categórico, deverão ser utilizados nomes próprios, geralmente referenciados a lugares onde a série foi reconhecida e descrita pela primeira vez, desta maneira evitando-se o emprego de um nome descritivo, o que levaria a uma grande dificuldade de distinção em relação às famílias.

Observações

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 em classes afins, devendo ser enviado ao Comitê Executivo uma cópia do perfil, para que esta nova classe possa ser incorporada ao Sistema.

É também consenso entre os membros do Comitê que, para evitar a multiplicação de classes no quarto nível categórico, adotar-se-á o critério de listar no manual do SiBCS somente as classes com um único atributo ou caráter intermediário, deixando-se de relacionar as classes com dois (gleicos solódicos, por exemplo) ou três atributos/caracteres intermediários. Ao classificar um determinado solo é facultado ao classificador a liberdade de fazer as possíveis combinações para o quarto nível, logicamente já relacionadas no Sistema, admitindo-se, no entanto, o máximo de três combinações, listadas em ordem alfabética (organossódicos salinos solódicos, por exemplo).

Formas de grafia das denominações empregadas no SiBCS

Com relação a 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 1ª letra maiúscula e as demais minúsculas e a partir deste nível todas em minúsculas.

O nome do solo no 5º nível categórico (família) deve ser formado adicionando-se ao nome do subgrupo, os qualificativos pertinentes, com letras minúsculas e separados por vírgula, conforme exemplo abaixo:

LATOSSOLO AMARELO Ácrico petroplíntico, textura argilosa cascalhenta, endoconcrecionário, A moderado, gibbsítico - oxídico, aniônico

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 em ordem alfabética como por exemplo:

ARGISSOLO AMARELO Distrófico epiáquico, plíntico.

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, endoconcrecionário, A moderado, gibbsítico - oxidico, aniônico.

Para possibilitar comparação e facilitar o resgate de informações a partir de mapas de solos elaborados anteriormente ao SiBCS, no Quadro 12 é apresentada uma correlação aproximada entre as classes de solos do 2º nível categórico e a classificação anterior.

Quadro 12 – Correlação entre as subordens do SiBCS e a classificação utilizada anteriormente

(continua)

| Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (1) | | Classificação anterior |
|--|-------------------|---|
| Ordens | Subordens | |
| ARGISSOLOS | BRUNO-ACINZENTADO | Podzólico Bruno-Acinzentado |
| | ACINZENTADO | Podzólico Acinzentado |
| | AMARELO | Podzólico Amarelo |
| | VERMELHO | Podzólico Vermelho-Escuro com argila de atividade baixa (Tb) Terra Roxa Estruturada Similar e Terra Roxa Estruturada, com gradiente textural Rubrozém (parte) |
| | VERMELHO-AMARELO | Podzólico Vermelho-Amarelo Rubrozém (parte) |
| CAMBISSOLOS | HÚMICO | Cambissolos com A húmico |
| | FLÚVICO | Cambissolos de sedimentos Aluviais Solos Aluviais (parte) |
| | HÁPLICO | Demais Cambissolos, exceto com A chernozêmico, eutrófico e argila de atividade alta (Ta) |
| CHERNOSSOLOS | RÊNDZICO | Rendzina |
| | EBÂNICO | Brunizém (parte) Brunizém Hidromórfico |
| | ARGILÚVICO | Podzólico Vermelho-Amarelo com argila de atividade alta (Ta) Brunizém Avermelhado |
| | HÁPLICO | Brunizém (parte) Parte dos Cambissolos com argila de atividade alta (Ta) |
| ESPODOSSOLOS | HUMILÚVICO | Podzol Hidromórfico com Bh |
| | FERRILÚVICO | Podzol Hidromórfico com Bs Podzol com Bs |
| | FERRIHUMILÚVICO | Podzol Hidromórfico com Bsh Podzol com Bsh |
| GLEISSOLOS | TIOMÓRFICO | Glei Tiomórfico |
| | SÁLICO | Solonchak com horizonte glei |
| | MELÂNICO | Glei Húmico Gleissolos com horizonte H, A húmico, chernozêmico ou proeminente Hidromórfico Cinzento sem mudança textural abrupta |
| | HÁPLICO | Hidromórfico Cinzento sem mudança textural abrupta Glei Pouco Húmico com A moderado |
| LATOSSOLOS | BRUNO | Latossolo Bruno Latossolo Variação Una |
| | AMARELO | Latossolo Amarelo Latossolo Variação Una |
| | VERMELHO | Latossolo Vermelho-Escuro Latossolo Roxo Latossolo Ferrífero |
| | VERMELHO-AMARELO | Latossolo Vermelho-Amarelo Latossolo Variação Una |

Quadro 12 – Correlação entre as subordens do SiBCS e a classificação utilizada anteriormente

(conclusão)

| Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (1) | | Classificação anterior |
|--|---------------|---|
| Ordens | Subordens | |
| LUVISSOLOS | CRÔMICO | Bruno Não Cálcico Parte de Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico com argila de atividade alta (Ta) Podzólico Vermelho-Escuro eutrófico com argila de atividade alta (Ta) |
| | HIPOCRÔMICO | Podzólico Acinzentado eutrófico com argila de atividade alta (Ta) Parte de Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico com argila de atividade alta (Ta) Podzólico Bruno-Acinzentado eutrófico com argila de atividade alta (Ta) |
| NEOSSOLOS | LITÓLICO | Solos Litólicos Litossolos |
| | FLÚVICO | Solos Aluviais |
| | REGOLÍTICO | Regossolo |
| | QUARTZARÊNICO | Areias Quartzosas Areias Quartzosas Hidromórficas Areias Quartzosas Marinhas |
| NITOSSOLOS | BRUNO | Terra Bruna Estruturada Terra Bruna Estruturada intermediária para Terra Roxa Estruturada |
| | VERMELHO | Terra Roxa Estruturada Terra Roxa Estruturada Similar Podzólico Vermelho-Escuro com argila de atividade baixa (Tb) Terra Vermelha-Brunada Rubrozém (parte) |
| | HÁPLICO | Outras Terras Podzólicos Vermelho-Amarelos com baixa relação textural e argila de atividade baixa (Tb) |
| ORGANOSSOLOS | TIOMÓRFICO | Solos Tiomórficos de constituição orgânica (turfosos) |
| | FÓLICO | Solos Litólicos (turfosos) |
| | HÁPLICO | Solos Semi-Orgânicos Solos Orgânicos |
| PLANOSSOLOS | NÁTRICO | Solonet Solodizado |
| | HÁPLICO | Planossolos Hidromórfico Cinzento com mudança textural abrupta |
| PLINTOSSOLOS | PÉTRICO | Solos Concrecionários Lateríticos Solos Concrecionários Concrecionários Lateríticos e Concrecionários Indiscriminados Latosolos Concrecionários (parte) |
| | ARGILÚVICO | Plintossolos Lateritas Hidromórficas com B textural Podzólicos plínticos (parte) |
| | HÁPLICO | Glei Húmico e Glei Pouco Húmico plíntico com horizonte plíntico < 200cm da superfície Latosolos plínticos (parte) Cambissolos plínticos (parte) Outras Lateritas Hidromórficas Outros Plintossolos |
| VERTISSOLOS | HIDROMÓRFICO | Vertissolos Hidromórficos |
| | EBÂNICO | Vertissolos com A e parte do B escurecidos (Campanha Gaúcha) |
| | CROMADO | Vertissolos de cores mais vivas (cromadas) |

(1) Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa, Serviço de Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006.

3 Informações úteis para execução de levantamentos de solos

O sucesso de um levantamento de solos começa, necessariamente, pelo seu planejamento. Considerando-se o Brasil, um País pobre 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.

Planejamento do trabalho - escolha da escala e sensores adequados

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 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 a 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 um hectare, pelos dados do Quadro 5 (pág. 133) 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 100m² 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 (Apêndice 4).

A quantificação da amostragem deverá obedecer ao estipulado no Quadro 6, 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 a 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 a caracterizar os solos nos níveis categóricos mais elevados e intermediários do SiBCS;
 - Utilizar preferencialmente sensores orbitais, pois facilitam a visão conjunta da área, agilizando os trabalhos, além de serem de fácil obtenção e satisfazerem bem aos propósitos destes níveis de levantamentos.
5. Em caso de levantamentos de maior detalhe (semidetalhados, detalhados e ultradetalhados), normalmente direcionados a pequenas áreas:
 - Estes levantamentos geralmente requerem ou o uso de imagens orbitais de grande resolução, ou na maior parte das vezes fotografias aéreas. Considerar neste caso os custos para aquisição; e
 - O dimensionamento da amostragem deverá seguir o recomendado no Quadro 6 (pág. 147), sendo que os tipos de determinações analíticas devem procurar atender ao máximo a demanda de cada tipo de levantamento.

Seleção da posição (local) na paisagem onde 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 da unidade de mapeamento e, por conseguinte de seus solos representativos (unidades taxonômicas).

Assim, em levantamentos generalizados, busca-se sempre que possível caracterizar os solos mais representativos dentro de cada unidade de mapeamento. Para isto, 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, 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.

Cuidados adicionais

Em ambas 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.



Foto 137 - Limpeza de barranco para exame e coleta.

Seleção do melhor ponto para exame

Deve-se buscar um local onde o perfil esteja o mais completo possível, contendo toda a seqüência 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 consecutivos umedecimento e secagem, o que influencia grandemente 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 graminóide 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.

Em áreas onde não existam cortes, efetua-se o exame do perfil do solo com o uso do trado - rosca, holandês ou caneco - sendo o mais recomendado o do tipo holandês. Cabendo alertar que este tipo de ferramenta traz muitas limitações para a perfeita caracterização do solo.

Normalmente, para descrições e coleta de amostras, é preferível a abertura de trincheiras, com dimensões adequadas e profundidade suficiente, atingindo, sempre que possível, o material originário. Nesse caso, deve-se tomar precaução para obter, pelo menos, uma face vertical que seja lisa e bem iluminada, a fim de exibir claramente o perfil. A superfície do terreno não deve ser alterada.



Foto 138 - Trincheira aberta para exame e coleta.

Seqüência para exame morfológico (descrição e coleta) do perfil

- Limpar e regularizar a parte do perfil a ser examinada. Esta regularização deve proporcionar o realce dos contrastes entre os diversos horizontes e possibilitar a tomada de fotografias.

- Preparar o perfil para registro fotográfico e descrição morfológica



Foto 139 - Preparo de perfil em barranco para fotografia e exame.

- Proceder a separação dos horizontes e/ou camadas do perfil
- Proceder a descrição da morfologia e características físicas dos horizontes e/ou camadas (espessura, cor, textura, estrutura, etc.)
- Identificar os horizontes e /ou camadas e fazer a classificação do solo
- Proceder a coleta das amostras dos horizontes e/ou camadas
- Transcrever os dados para fichas apropriadas, conforme modelo constante do Apêndice 8
- Relacionar os tipos de análises necessários e eventuais características que necessitem ser melhor definidas em laboratório

Considerações sobre descrição de 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, deve ser observada a natureza do material de origem, se coluvial (no todo ou em parte); aluvial (no todo ou em parte) ou alterado a partir da rocha local (solo residual). Em caso de dúvida, devem ser coletadas, sempre que possível, amostras de rochas nos locais de coleta de solos, para fins de esclarecimento.

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 colúviação (observar se há presença de fragmentos grosseiros desarestados no perfil).

Determinação da cor do solo em campo

As cores das amostras de solos devem ser obtidas por comparação com os padrões constantes na carta de cores para solos Munsell soil color charts, e em seguida anotadas em português, seguidas das notações de matiz, valor e croma.

A forma e local de registros dos nomes e notações de cores constam do item **Características Morfológicas**, subitem **Cor**.

Um detalhe importante na determinação da cor do horizonte ou camada é a presença de uma boa iluminação e ângulo de incidência dos raios solares. Examinando-se as cores de um perfil, deve-se sempre observar as mesmas condições de iluminação para todas as amostras.

Para tomada da cor com a amostra úmida, basta umedecer levemente a amostra indeformada e determinar a sua cor por comparação com a Carta de Cores. 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 amostra para tomada de cor posteriormente.

Na tomada da cor do solo, aconselha-se quebrar os agregados da sua estrutura para determinar se a cor é a mesma por fora e por dentro do agregado. Caso seja diferente, fazer a anotação de ambas, mencionando no item **Observações**.

Em caso de áreas com ocorrência de grande quantidade de solos com mosqueados, área de solos com presença de plintita por exemplo (Pantanal Mato-grossense, Ilha do Bananal, etc.), aconselha-se tirar cor dos horizontes mosqueados, em amostra amassada e homogeneizada, para facilitar a comparação da quantidade de mosqueados.

Determinação da textura em campo

A textura do solo no campo é avaliada através do tato, pela sensação observada ao se esfregar a amostra do solo úmido entre os dedos. A fração areia dá sensação de atrito, o silte de sedosidade e a argila de plasticidade e pegajosidade.

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 (item **Características Morfológicas**, subitem **Granulometria e textura**).



Foto 140 - Avaliação da textura em campo através do tato

Quando se avalia a textura, deve-se tomar cuidado em homogeneizar bem a massa do solo, com o intuito de desfazer completamente os agregados. Alguns solos oxídicos, que apresentam estrutura forte, muito pequena granular, apresentam dificuldade para avaliação desta característica e necessitam que a amostra seja bastante “trabalhada”, para uma correta avaliação (caso de alguns Latossolos argilosos).

Quando se tratar de solos com presença expressiva de frações grosseiras, (cascalhos, concreções, nódulos, calhaus, matações, etc.), deve-se utilizar uma peneira com aproximadamente 2mm de diâmetro dos furos, facilmente encontrada no comércio, com o propósito de separar a TFSA (terra fina), onde então deverá ser estimada a classe textural.



Foto 141 - Preparação da amostra para avaliação da textura em campo.

Nos trabalhos de gabinete, após a elaboração das análises laboratoriais, deve-se proceder aos ajustes necessários na caracterização da textura do solo.

Identificação e nomenclatura de horizontes em campo

Embora não desejável, quando não for possível a identificação precisa dos horizontes com base em sua morfologia, pode-se usar recursos alternativos como símbolos numéricos ou alfabéticos, para dar idéia da seqüência dos horizontes ou camadas em profundidade. Pode-se também usar as designações seguidas por pontos de interrogação para os horizontes em que se tenha dúvida, ou seja, o pedólogo pode dar designações a todos os horizontes e indicar incerteza com pontos de interrogação, como **BC?**, ou ainda, indicar duas alternativas de designação para um mesmo horizonte, como por exemplo **B₂** ou **Bg₂**.

Tais fatos, em fase posterior do trabalho, auxiliarão a se elaborar uma melhor caracterização dos mesmos, com ajuda das determinações analíticas.

Dúvidas de designações de horizontes podem freqüentemente ser removidas, ou pelo menos reduzidas, com auxílio de dados de laboratório que suplementam as observações de campo. Uma decisão final geralmente é ajudada pela designação aproximada de campo, por isso é tão importante uma correta descrição da morfologia.



Foto 142 - Descrição e coleta de amostras de solo em trincheira.

A coleta de amostras

Uma vez descrito o perfil de solo, proceder à coleta de amostras dos horizontes ou camadas de perfis, que deverão ser acomodadas em recipientes apropriados (sacos plásticos, etc.) e enviadas ao laboratório para serem submetidas a análises, no menor espaço de tempo possível, visando a evitar alterações indesejáveis de características das mesmas. Importante enviar também para o laboratório, a relação de todas as amostras coletadas, com especificação dos tipos de análises a serem realizadas e a descrição morfológica completa dos perfis de solos.

Amostras deformadas

Em trabalhos de mapeamento, o uso do trado deve, preferencialmente, se restringir a check de limites de unidades de mapeamento e confirmação de extensão de unidades taxonômicas já caracterizadas.

Ainda assim, quando esta operação for efetuada com trado, deve ser dada especial atenção para separação dos horizontes e/ou camadas e verificação de sua estrutura, uma vez que este tipo de amostragem dificulta uma caracterização mais apurada. Deve-se tomar o cuidado de eliminar o material das faixas de transição entre horizontes (com exceção de casos com transição textural abrupta) e a pequena porção que fica retida na parte superior do trado. Deve-se também procurar explorar toda a dimensão vertical do trado e quando necessário, usar extensão. Caso isto não seja possível, procurar definir qual o motivo do impedimento. Ex.: lençol freático; camada endurecida; rocha; concreções; etc.

A tomada de amostras do perfil de solo, sempre que possível, deve atingir o C ou R e, deve ser feita iniciando-se pelos horizontes ou camadas inferiores, pois, em caso contrário, pode haver contaminação das amostras da parte inferior ao se coletar as superiores.

Para análise completa devem ser coletadas, de cada horizonte ou camada, amostras contendo cerca de 2kg de solo.

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, em laboratório, 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 TFSA, evitando-se possível mascaramento de resultados, em razão da composição das mesmas, muitas vezes distintas da TFSA.

Quando os horizontes forem coletados 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.

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.

Ao fechar os sacos, procede-se à etiquetagem (conforme orientações contidas no subitem **Identificação das amostras**, a seguir), tomando-se precauções para que estas não venham a ser perdidas ou danificadas.

Visando à caracterização analítica da fertilidade para fins de levantamento, poderão ser coletadas amostras da parte superficial e subsuperficial do solo. As amostras da parte superficial deverão ser tomadas a uma profundidade de 0 a 20cm. As amostras subsuperficiais deverão ser coletadas, quando possível, a profundidades de 50 a 70cm e/ou de 100 a 120cm, podendo variar de acordo com as características do solo.

Amostras indeformadas

Utilizar anéis volumétricos, tipo Kopecky, de 50cm³ ou similar, ou ainda, extratores de solo de modo a obter amostras com o mínimo de deformação da estrutura. Essa coleta se destina, principalmente, às determinações das densidades do solo, da condutividade hidráulica e das constantes hídricas.

Coletar amostras em todos os horizontes ou camadas de interesse, sendo mais aconselhável que, para cada horizonte ou camada, sejam coletadas duas amostras, que devem ser acondicionadas em recipientes apropriados, isolando-as do ar com fita adesiva. Registrar a profundidade de coleta.

Quando não for possível utilizar os anéis ou extratores, coletar torrões, acondicionando-os também em recipientes apropriados, junto com um pouco de amostra do horizonte.

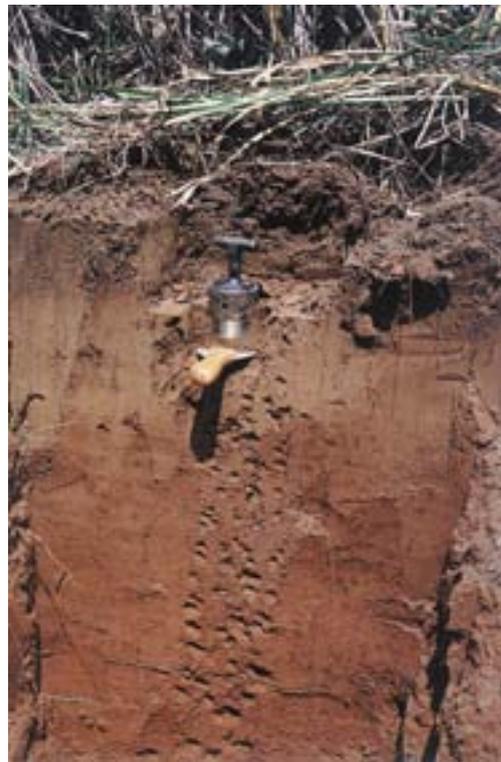


Foto 143 - Detalhe de coleta de amostra de solo indeformada (anel de Kopecky)

Identificação das amostras

1 - A identificação das amostras deve ser feita preferencialmente com utilização de etiquetas, que deverão conter basicamente:

Designação do projeto - (sigla)

Identificação do(s) coletor (es) - após a designação do projeto

Número da amostra - deve ser seqüencial (1 a n) por projeto. É posicionado após a(s) sigla(s) do(s) coletor(es). Este número corresponde ao horizonte ou à camada objeto da coleta.

Exemplo:

PGC/AS/JS/005, sendo:

Projeto: PGC - Programa Grande Carajás

Coletores: AS - Antônio Silva

JS - José Santos

Número da amostra: 005

2 - Número do Perfil, Amostra Extra ou Amostra de Fertilidade - deve ser seqüencial (1 a n) por projeto e por tipo de amostragem.

3 - 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.

4 - Horizonte/Camada: deve constar o símbolo do horizonte ou da camada, seguido da profundidade (cm) em que foi efetuada a amostragem.

5 - Deve-se ao final registrar a data em que a coleta foi efetuada.

Figura 16 - Exemplo de preenchimento de etiquetas



Amostras de rochas

Sempre que julgado necessário, proceder a amostragens de rochas representativas e importantes como fonte de material originário dos solos. Os exemplares coletados deverão ter 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:

- Instituição ou Projeto
- Amostra de rocha n°
- Localização, município, estado e coordenadas
- Solo - (classificação do solo próximo à coleta)
- Coletor

Observações: Especificar se o material coletado é dominante no embasamento, se é o possível material de origem do perfil coletado, se ocorre sob a forma de intrusões, dique, sill, etc. se é coletado em afloramento, além de mencionar a situação local onde foi coletado (margem de rio, pé de serra, etc.).

Considerações sobre o desenvolvimento dos trabalhos 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, deve-se 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 a 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. Atualmente, aparelhos GPS são imprescindíveis.

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.

Informações adicionais que podem auxiliar os trabalhos de mapeamento

O ato de elaborar um mapa de solos é fundamentalmente a arte de representar em papel o arranjo real dos solos na natureza. Para este fim, o pedólogo usa os conhecimentos científicos inerentes à gênese dos solos, as relações destes com os demais componentes ambientais diretamente capitadas por sensores remotos e os sistemas taxonômicos.

Entretanto, 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 serão relatadas a seguir:

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 em sua parte inferior, restringindo a sua 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 e Chapada dos Guimarães.

Importante observar que ocorrem em outras regiões do País, outros tipos de murundus, não associados a esta situação, que são verificados sobre solos de melhor drenagem.

- Áreas com ocorrência de vegetação de pequeno porte no ambiente da Floresta Amazônica, como por exemplo Campinaranas (falsas campinas), Campos Cerrados, "Carrascos" e outras tipologias vegetais semelhantes, quase sempre estão associadas à presença de solos mais fracos, ou seja, de menor potencialidade agrícola que os solos circunvizinhos. Dentre eles, são comuns os Espodossolos (Podzóis Hidromórficos), Neossolos Quartzarênicos (Areias Quartzosas e Areias Quartzosas Hidromórficas) e Plintossolos de textura arenosa/média, além de outros.

- Rios e córregos de água escura (cor de "coca-cola" ou "café") em área de solos arenosos, muito comuns nas regiões amazônica (bacia do rio Negro) e litorânea, são indicativos de ocorrência de Espodossolos (Podzóis Hidromórficos), que apresentam horizontes Bh ou Bhs.

- 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.

- 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.



Foto 144 - Exposição de horizonte espódico por erosão em leito de estrada. Área de Campinarana. Cruzeiro do Sul – AC



Foto 145 - Aspecto de córrego com água escura, cor de "coca cola".
Maria Eloísa Cardoso da Rosa

Os Latossolos, na maior parte das vezes ocupam as posições de interflúvios mais amplos e mais aplanados.

Particularidades dos terrenos e solos

- 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.
- Visando a 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.



Foto 146 - Tradagem em área de ORGANOSOLO. Brasília-DF.

- 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.

- Áreas de Latossolos Vermelhos perférricos e férricos (Latosolos Ferríferos e Roxos)

- 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 escoar.



Foto 147 - Utilização do ímã para estimativa do teor de ferro.



Foto 148 - Limalhas de ferro na superfície do terreno.

- Áreas de solos com argilas de “alta capacidade de expansão e contração” (Vertissolos).

- É comum a presença de “fendas” ou “rachaduras” na superfície e no perfil dos solos, e no caso de superfícies aplanadas, pode ocorrer a formação do microrrelevo do tipo gilgai (vide fotos 36 e 106). Ambos são conseqüência de movimentações na massa do solo, devido à atividade das argilas.



Foto 149 - Fendas na superfície de VERTISSOLO. Glailson Barreto Silva

Outro fato, que chama a atenção em áreas destes solos, é o desalinhamento de cercas e postes, quando existentes no local, também por movimentação da massa do solo.



Foto 150 - Desalinhamento de mourões de cerca em área de VERTISSOLO. Eswaran e outros (1999).



Foto 151 - Desalinhamento de postes em área de solos com argila expansiva. Uruguaiana – RS. Sérgio Hideiti Shimizu

- Áreas com presença de pavimento desértico (camada de cascalhos ou de pedras que permanecem na superfície do terreno após a remoção do material fino por erosão):

- Indicativo de climas atuais ou pretéritos secos. No Brasil é presença comum em solos da região semi-árida nordestina, tais como Luvisolos Crômicos e Neossolos Litólicos, dentre outros.



Foto 152 – Aspecto de pavimento desértico. Cabrobó – PE. Sérgio Hideiti Shimizu

- 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 (do 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.



Foto 153 - Aspecto de barranco em área de PLANOSSOLO NÁTRICO. Pantanal "Chaquenho"

- 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 em barrancos de estrada relativamente antigos, de pequenas saliências no perfil do solo, na altura do(s) horizonte(s) superficial (is), denominadas por alguns pedólogos como "ombreiras".



Foto 154 - Ombreira. Tarauacá - AC.

- Em áreas alagadas, sobretudo litorâneas, o odor de "ovo podre", proveniente de gás sulfídrico liberado, é indicativo de presença de solos com tiomorfismo (Gleissolos, Organossolos, etc.).

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 relacionam algumas dessas espécies, mencionando-se juntamente os ambientes ou características dos solos a elas associados.

Quadro 13 – Principais “plantas indicadoras” endêmicas no Brasil

| Nome vulgar | Nome científico | Regiões de maior ocorrência | Ambientes e/ou solos associados |
|------------------------------|---|---|---|
| Açaí | <i>Euterpe oleracea</i> | Centro-Oeste e Região Amazônica | <ul style="list-style-type: none"> 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) | <i>Attalea phalerata</i> | Centro-Oeste, Amazônia, Sudeste (São Paulo) | Principalmente solos férteis – Floresta Esporadicamente solos pobres e úmidos – Várzeas |
| Buriti | <i>Mauritia flexuosa</i> | Centro-Oeste, Norte, Meio-Norte e Sudeste (São Paulo) | <ul style="list-style-type: none"> 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 | <i>Rinhostora globosa</i> (Ciperácea) | Centro-Oeste – Norte – Nordeste | Ambientes de grande umidade (veredas tropicais) Solos Hidromórficos |
| Carnaúba | <i>Copernicia prunifera</i> | Região semi-árida, Nordeste | Áreas de acumulação de água, com ocorrências de solos salinos e sódicos (PLANOSSOLOS NÁTRICOS e outros) |
| Carandá | <i>Copernicia alba</i> | 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) | <i>Jatropha</i> (?) <i>Jatropha curcas</i> | Região semi-árida, Nordeste | Solos constituídos de argila de atividade alta (VERTISSOLOS, etc.) |
| Barriguda | <i>Cavanillesia arbórea</i> | Região Semi-árida, Nordeste | Solos eutróficos de áreas calcárias |
| Barriguda (Paineira) | <i>Chorisia speciosa</i> | Centro-Oeste | Solos férteis em geral de planícies aluviais e fundos de vales |
| Salicórnia (planta rasteira) | <i>Salicornia sp.</i> | Centro-Oeste e Nordeste | Solos salinos |
| Aninga (arbusto) | <i>Montricardia sp.</i> | Região Amazônica e região costeira úmida do Nordeste | Solos hidromórficos com matéria orgânica elevada (ORGANOSSOLOS, GLEISSOLOS) |
| Jequitibá | <i>Cariniana strelensis</i> | Centro-Oeste e Sudeste | Solos férteis – Floresta Estacional Semidecidual |
| Aroeira | <i>Myracrodruon urundeuva</i> | Centro-Oeste e Nordeste | Solos férteis – Floresta Estacional Decidual |
| Lixia | <i>Aloysia virgata</i> | Vários estados do Centro-Oeste | Solos férteis – Floresta Estacional Semidecidual |
| Jaracatiá | <i>Jaracatia spinosa</i> | Centro-Oeste e Sudeste | Solos férteis (regulares) – Floresta Estacional Semidecidual |
| Ipê tabaco, ipê-una | <i>Zeyheria tuberculosa</i> | Sudeste e Sul | Solos de média a alta fertilidade – Floresta Atlântica e Estacional Semidecidual |
| Pau d’alho | <i>Galesia gorosema</i> | Centro-Oeste, Sudeste e parte da Amazônia | Solos de média a alta fertilidade. Bem drenados. |
| Pau d’alho | <i>Goldmania paraguensis</i> | Pantanal Mato-grossense (Chaco) | Solos alcalinos (sódicos e solódicos) |

Quadro 14 – Principais espécies invasoras

| Nome vulgar | Nome científico | Ambientes e/ou solos associados |
|-----------------------------|------------------------------|---|
| Samambaia de tapera | <i>Pteridium aquilinum</i> | Solos ácidos ou com altos teores de alumínio |
| Sapé-macho/mãe de sapé | <i>Solidago microglossis</i> | Solos ácidos |
| Capim barba de bode | <i>Aristida palens</i> | Solos pobres em P, Ca e K (ácidos) |
| Sapé | <i>Imperata exaltata</i> | Solos ácidos |
| Taboca | <i>Bambusa trinii</i> | Solos pobres |
| Tiririca ou capim-dandá | <i>Cyperus rotundus</i> | Solos ácidos, adensados e temporariamente encharcados (baixos teores de magnésio) |
| Capim rabo de burro | <i>Andropogon bicornis</i> | Solos ácidos e com água no subsolo (?) |
| Capim carrapicho ou amoroso | <i>Cenchrus echinatus</i> | Áreas agrícolas e pastagens muito degradadas (erodidas e compactadas) |
| Maria mole ou berneira | <i>Senecio brasiliensis</i> | Indica camada compactada internamente, em solos de pastagem |
| Caruru | <i>Amarantus Retroflexus</i> | Quando aparece indica terras com boa fertilidade e bem estruturadas |
| Beldroega | <i>Portulaca Oleracea</i> | Quando aparece indica terras com boa fertilidade e bem estruturadas |
| Capim rabo de raposa | <i>Setania geniculata</i> | Solos pobres e compactados |
| Dente-de-leão | <i>Taraxum officinalis</i> | Áreas de pastagens com presença de boro no subsolo |



Foto 155 - Palmeira bacuri - *Attalea phalerata*.
Lorenzi e outros (1996)



Foto 156 - Palmeira bacuri - *Attalea phalerata*.



Foto 157 - Palmeira buriti - *Mauritia flexuosa*.
Lorenzi e outros (1996)



Foto 158 - Palmeiras buriti - *Mauritia flexuosa*.



Foto 159 - Palmeira carandá - *Copernicia alba*.
Lorenzi e outros (1996)



Foto 160 - Palmeiras carandá - *Copernicia alba*.



Foto 161 - Palmeira carnaúba - *Copernicia prunifera*.
Lorenzi e outros (1996)



Foto 162 - Palmeiras açai - *Euterpe oleracea*.



Foto 163 - Aroeira - *Miracrodruon urundeuva*.
Lorenzi (1998)



Foto 164 - Barriguda - *Cavanillesia arborea*.
Lorenzi (1998)



Foto 165 - Ipê Tabaco - *Zeyheria tuberculosa*.
Lorenzi (1998)



Foto 166 - Jaracatiá - *Jaracatia spinosa*.
Lorenzi (1998)



Foto 167 - Lixa - *Aloysia virgata*.
Lorenzi (1998)

4 Material cartográfico utilizado em levantamentos de solos

Generalidades

O ato de conhecer os solos, caracterizá-los, classificá-los ou organizá-los em sistemas taxonômicos, tem como principal objetivo fornecer elementos que possibilitem ao homem manejá-los mais corretamente, ou melhor, explorá-los de acordo com suas potencialidades e limitações. Alguns destes elementos são sem dúvida os mapas e/ou cartas de solos. Para alcançar este objetivo, além dos 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.

O processo cartográfico, partindo da coleta de dados, envolve estudo, análise, composição e representação de observações, de fatos, fenômenos e dados pertinentes a diversos campos científicos associados à superfície terrestre.

Posicionamento tridimensional por GPS

Atualmente, o Sistema de Posicionamento Global (GPS) com a constelação NAVSTAR (Navigation System with Timing and Ranging), 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 pólos, existam pelo menos 4 satélites visíveis em relação ao horizonte, 24 horas ao dia. Em algumas regiões da Terra é possível a obtenção de 8 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 6 anos.

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.

Aerolevanteamento 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.

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.

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, político-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 político-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.
- 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 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 3 a 4 vezes em relação à escala de vôo.

Carta imagem - imagem referenciada a partir de pontos identificáveis e com coordenadas conhecidas, superposta por reticulado da projeção, podendo conter simbologia e toponímia.

Sistemas de projeções mais usuais e suas características

Projeção policônica

- Superfície de representação: diversos cones.

- Aplicações: Adequada 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.

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 produzidas pelo IBGE e Diretoria do Serviço Geográfico do Exército - DSG.

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 Sistemas de Informação Geográficos - SIG, permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georeferenciados. Possibilita uma ampla gama de aplicações, que inclui temas como solos, vegetação, geologia, geomorfologia, cartografia e cadastro urbano.

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).

Processamento digital de imagens

Processamento digital de imagens é um conjunto de técnicas de manipulação numérica de imagens digitais, utilizadas para facilitar a obtenção de dados e informações em uma imagem, permitindo melhorar o seu aspecto e fornecer subsídios para sua interpretação.

Este processamento, além de permitir a análise da cena nas várias regiões do espectro eletromagnético, também possibilita a integração de vários tipos de dados, devidamente registrados.

O processamento digital de imagens pode ser dividido em três etapas independentes: pré-processamento, realce e classificação.

O pré-processamento refere-se ao processamento inicial de dados brutos para calibração radiométrica da imagem, correção de distorções geométricas e remoção de ruído. As técnicas de realce mais comuns são: realce de contraste, filtragem, operação aritmética, transformação IHS e componentes principais. Já as técnicas de classificação podem ser divididas em classificação supervisionada e classificação não supervisionada.

Material utilizado em levantamentos de solos

No contexto do material básico necessário para execução de levantamentos de solos, têm importância relevante a **base cartográfica** e os **sensores remotos**.

Base cartográfica - mapas ou cartas, contendo informações sobre a hidrografia, planimetria (rede viária e localidades) e altimetria (curvas de nível). Constituem a base para execução de levantamentos de solos, desde o seu planejamento até a apresentação final dos mapas. Nela, são lançadas as informações provenientes da interpretação de imagens de sensores remotos, que assim se tornam cartograficamente ajustadas ou referenciadas.

A escolha do material básico para confecção da base cartográfica deve levar em consideração a escala de trabalho, bem como a documentação cartográfica existente e também a disponibilidade de fotografias aéreas.

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 Diretoria do Serviço Geográfico do Exército - DSG. Deve-se levar em consideração que embora na sua grande maioria tenham sido obtidas por processos cartográficos que lhes facultam boa precisão para a escala, nos dias atuais boa parte delas apresenta considerável grau de desatualização, em função do tempo decorrido desde sua elaboração.

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 RADAM.

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 a 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.
 - 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.

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. Por exemplo, as obtidas pelo laboratório espacial SKYLAB, utilizadas para fotointerpretação e fins militares e satélites orbitais com uma grande variedade de sensores (faixa do visível, infra-vermelho, microondas, etc.).

Fotografias terrestres: São tomadas a partir de estações sobre o solo. Utilizadas para recuperação de obras arquitetônicas e levantamento de feições particulares do terreno, como pedreiras, encostas, etc.

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 vôo. Esta não deve exceder a 3%, limite geralmente aceito para classificar-se 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.

Imagens infravermelhas: 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: Além da cartografia se aplicam a estudos de uso da terra, estudos sobre recursos naturais, meio ambiente, etc.

Características das imagens de sensoriamento remoto

São constituídas por um arranjo de elementos sob a forma de malha, grade ou matriz. Cada elemento desta matriz, conhecido como *pixel*, tem sua localização definida com um sistema de coordenadas do tipo "coluna e linha", representados por abscissa e ordenada, respectivamente. Para um mesmo sensor remoto, cada *pixel* corresponde sempre a uma área com as mesmas dimensões na superfície da Terra. Cada *pixel* possui também um atributo numérico, que indica o nível de cinza (NC) representando a intensidade da energia eletromagnética medida pelo sensor, para a área da superfície terrestre correspondente.

Existem quatro tipos de resolução associados às imagens de Sensoriamento Remoto: Espacial, Espectral, Radiométrica e Temporal.

Resolução espacial - é definida pela capacidade de distinção de objetos registrados nas imagens, que estão próximos espacialmente. Quanto menor o objeto possível de ser registrado, maior a resolução espacial. O tamanho do *pixel* é a referência mais usada para a resolução espacial. Em geral, objetos

menores do que a área do *pixel* podem ser identificados, embora isso também dependa da reflectância e contraste entre os objetos próximos.

Resolução espectral - é a capacidade em discriminar os materiais na superfície terrestre pela sua resposta espectral característica em diferentes faixas de comprimento de onda. De modo simplista, é associada ao número de bandas espectrais de um sistema sensor e à largura do intervalo de comprimento de onda coberto por cada banda. Assim, quanto maior o número de bandas e menor a largura do intervalo, maior será a resolução espectral.

Resolução radiométrica - é dada pelo número de níveis digitais, representando níveis de cinza, que se enquadram em um determinado intervalo, usados para expressar os dados representados. Quanto maior o número de níveis, maior é a resolução radiométrica.

Resolução temporal - também designada periodicidade ou repetitividade, é a frequência de observação de uma mesma área da superfície terrestre, em termos de tempo (capacidade de revisita).

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 começaram-se a utilizar 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 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 Resources Technology Satellite Program*, mais tarde denominado **LANDSAT**).

Sensores de baixa resolução espacial

NOAA/AVHRR

Os satélites para observações meteorológicas da série **TIROS** - *Television and Infra-red Observation Satellite* - foram lançados entre 1960 e 1965. A partir de 1970, os sucessores passaram a chamar-se **NOAA** (*National Ocean and Atmosphere Administration*, entidade que assumiu a administração do Programa). As principais aplicações são na meteorologia, temperatura da superfície do mar, coberturas de gelo e neve e estudos das condições da vegetação global.

O sensor **AVHRR** (*Advanced Very High Resolution Radiometer*), a bordo do NOAA, pode ser utilizado para estudos de recursos naturais de escala continental, especialmente para o monitoramento de desmatamento e queimadas na Amazônia.

Sensores de resolução espacial intermediária

Imagens Radarmétricas

O termo "Radar" é derivado da expressão inglesa *Radio Detecting 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. Pelo fato de ser um sensor ativo, não depende da luz solar e conseqüentemente pode ser usado à noite, o que diminui sobremaneira o período de tempo do aerolevanteamento.

Um trabalho de relevância foi realizado na América do Sul, em especial na Região Amazônica pela Grumman Ecosystems. 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 sobrevôos, com o sistema SLAR (*Side Looking Airborne Radar*) a partir dos quais foram compostos mosaicos na escala 1:250 000. Estas imagens serviram de base para o mapeamento sistemático (1:1 000 000).

Programas de radar orbital

ERS (*European Remote Sensing Satellite*)

Os satélites da série **ERS** contêm vários instrumentos sensores de microondas para estudo da superfície terrestre e, mais especificamente, do oceano e do gelo, imageando na banda C (5,7cm). Por operar na faixa das microondas, os dados são interessantes também para os países tropicais, onde há constante cobertura de nuvens. O **ERS-1** foi lançado em 1991.

O **ERS-2**, lançado em 1995, leva a bordo também o Global Ozone Monitoring Experiment - GOME, que mede traços dos constituintes da troposfera e estratosfera.

JERS (*Japan Earth Resources Satellite*)

Os satélites da série **JERS** possuem um sensor SAR, imageando na banda L (23,5cm) e um sensor óptico (OPS). Este tem recursos para observações estereoscópicas. O **JERS-1** foi lançado em 1992.

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 10 metros, para atender as especificações dos usuários. Opera na banda C (5,6cm de comprimento de onda), com polarização HH. As principais aplicações são o monitoramento do gelo, gelo flutuante, oceano, zonas costeiras, agricultura, florestas, geologia.

Imagens de Satélite

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 uma série de 6 satélites, tendo-se lançado o primeiro em julho de 1975.

Os sensores são o MSS (*Multispectral Scanner*), com 80 metros de resolução espacial e, a partir do LANDSAT-4, o TM (*Thematic Mapper*), com 30 metros de resolução espacial. O sensor RBV (*Return Beam Vidicon*) foi utilizado apenas nos três primeiros satélites da série.

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.

Sistema SPOT - Systema 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 2 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 dez metros de resolução e no modo multiespectral com 20 metros 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.

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.

IRS (Indian Remote Sensing) - O satélite IRS-1C produz imagens de resolução espacial de cinco metros, no modo pancromático. Este fato

aliado aos canais multiespectrais semelhantes aos do LANDSAT/TM, à possibilidade de apontamento para obter imagens off-nadir e ainda à elevada resolução temporal (revisita de até cinco dias), tornam este satélite um dos mais avançados do mercado.

RESURS-01 - Satélite russo com resolução espacial de 160 metros. Destina-se a preencher a lacuna entre o LANDSAT/MSS e o NOAA/AVHRR. As cenas de 600 x 600km são ideais para escalas entre 1:500 000 e 1:1 000 000. A possibilidade de revisita é de quatro dias.

Programa espacial brasileiro

CBERS (Satélites Sino-Brasileiros 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.

Sensores com alta resolução espacial

SPIN 2 - Produto do consórcio entre a Aerial Images (USA) e a Sovinformspatnik (Rússia). Carrega duas câmaras fotográficas capazes de produzir imagens de dois a dez metros de resolução.

IKONOS 1 - Satélite da Space Imaging EOSAT com um sensor pancromático com um metro de resolução e outro multiespectral (cinco bandas) com quatro metros de resolução. Terá capacidade para produzir imagens pancromáticas e multiespectrais da mesma área, que poderão ser integradas, gerando um produto multiespectral colorido com um metro de resolução. Periodicidade de 14 dias e com possibilidade de revisita de 1-3 dias pela utilização da visada lateral.

Critérios para seleção de imagens

Na hora da seleção do sensor e das bandas espectrais para um determinado projeto, dois parâmetros são fundamentais: a resolução espacial e a resolução espectral. Portanto, o conhecimento da assinatura espectral auxilia na escolha da melhor combinação de canais para a discriminação dos alvos. Quanto maior a gama de opções em termos de canais (resolução espectral) maior será a capacidade discriminatória do sensor. Algumas aplicações dos canais espectrais do LANDSAT/TM são descritas no Quadro 15.

Quadro 15 – Aplicações dos canais espectrais do LANDSAT/TM

| Bandas | Faixa espectral | Aplicações |
|--------|---|--|
| 1 | 0,45mm – 0,52mm (azul) | Estudos de sedimentos na água Mapeamento de águas costeiras Diferenciação solo/vegetação |
| 2 | 0,52mm – 0,60mm (verde) | Estradas e áreas urbanas Mapeamento de vegetação (maior reflectância dos canais do visível) |
| 3 | 0,63mm – 0,69mm (vermelho) | Estradas e áreas urbanas Espécies vegetais (absorção da clorofila) |
| 4 | 0,75mm – 0,90mm (infravermelho próximo) | Levantamento da biomassa (pico da vegetação sadia) Delineação de corpos d'água |
| 5 | 1,55mm – 1,75mm (infravermelho médio) | Mapeamento de rios e corpos d'água Umidade da vegetação e solos |
| 6 | 10,40mm – 12,50mm (infravermelho distante) | Estresse térmico em vegetação Propriedades termais dos solos e rochas |
| 7 | 2,08mm – 2,35mm (infravermelho médio) | Estudos de rochas e minerais Umidade de solo e vegetação |

Fonte: Introdução ao processamento digital de imagens. Rio de Janeiro: IBGE, 2001.

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.

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.

Cobertura fotográfica

É a representação do terreno através de fotografias aéreas, as quais são expostas sucessivamente, ao longo de uma direção de vôo. 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 vôo 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.

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 estéreooscópico.

Síntese conclusiva

No que diz respeito aos tipos de imagens de sensores remotos de interesse para os levantamentos de solos, cabe realçar a importância das fotografias aéreas, que até o ano de 1970 eram praticamente o único tipo de sensor disponível no Brasil, e que até hoje, ainda são amplamente utilizadas nos trabalhos de maior detalhe.

Boa parte do território brasileiro possui cobertura de fotografias aéreas em vôo 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 uma grande diversidade de projetos, dentre os quais: construção de rodovias, ferrovias, hidrelétricas, áreas urbanas e periurbanas entre outros.

Empresas estatais diversas, concessionárias de energia elétrica e órgãos de planejamento regionais, são instituições que geralmente dispõem de coberturas fotográficas localizadas, que podem ser aproveitadas.

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 RADAM/RADAMBRASIL, são de propriedade do estado e podem ser consultadas, em organismos como Serviço Geológico do Brasil (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).

Outros tipos de produtos de sensores, de grande importância para os levantamentos pedológicos, são as imagens de satélite (orbitais). De uma maneira geral se prestam à execução de levantamentos de nível intermediário (Reconhecimentos) e generalizados (Exploratórios), e em menor proporção alguns Semidetalhados, neste caso utilizando-se sensores de alta resolução espacial.

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 um conjunto delas, que se adaptem melhor às necessidades de cada trabalho.

No caso específico de levantamentos de solos, geralmente se utilizam aquelas "bandas" que realçam melhor as características do relevo, ou condições de umidade do solo ou 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.

Um procedimento que tem sido empregado ultimamente com bons resultados é o uso simultâneo de imagens de radar e de Satélite LANDSAT, onde se extrai de cada sensor o que ele melhor evidencia.

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

No Brasil já se dispõe de uma ampla rede de bons laboratórios que executam análises para fins de caracterização pedológica. Nesta publicação, a preocupação é salientar alguns aspectos da metodologia oficial para levantamento de solos da Embrapa Solos, visando a contribuir para a uniformização dos trabalhos executados no Brasil e adicionar algumas informações úteis para orientação aos usuários.

A caracterização completa de um solo requer um grande número de determinações laboratoriais. 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. No caso presente, o propósito é simplesmente 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 possibilitar a escolha dos tipos de determinações de acordo com o tipo de demanda.

Os procedimentos e métodos propriamente ditos podem ser encontrados, de forma detalhada, na publicação *Manual de métodos de análise do solo* (1997).

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.

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 a 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 TFSA (terra fina seca no ar), 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 TFSA, através da expressão:

Fator $f = a/b$: onde a = peso da amostra seca ao ar e b = peso da amostra seca em estufa.

Material orgânico não deve ser seco, pois pode adquirir características hidrofóbicas (não-reidratar) - **vide determinações especiais**.

Determinações físicas

A primeira das determinações é a separação de terra fina das frações grossas (> 2mm), também conhecida como composição granulométrica ou granulometria.

Procedimentos: Esta é feita após secagem da amostra total, destorroamento com rolo de madeira, tamisação em peneira de furos circulares de 2mm; percentagem por volume obtida por medição volumétrica (imersão) das frações maiores e menores que 2mm; percentagem por peso por determinação gravimétrica.

Cálculos: Com o peso da amostra original, do cascalho e dos calhaus, utiliza-se as seguintes expressões:

$$\text{terra fina (g/kg)} = 1.000 \times (b + c)/a$$

$$\text{cascalho (g/kg)} = 1.000 \times b/a$$

$$\text{calhaus (g/kg)} = 1.000 \times c/a$$

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).

Composição da terra fina

Princípio: Baseado na velocidade de queda das partículas, em suspensão solo-água (Lei de Stokes), após adição de dispersantes. 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 e a fração silte é calculada por diferença.

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 conservação do solo. É determinação imprescindível para todos os tipos de levantamentos de solos.

Observações: Há basicamente dois métodos de determinação da composição granulométrica, o do densímetro, que mede a densidade do líquido em suspensão, e o método de pipeta em que se determina a quantidade (peso) de material sólido em suspensão. Ambos medem a concentração de argila na suspensão solo-líquido, após dispersão com agentes químicos, agitação e determinado tempo para decantação da fração grosseira.

Apesar de aparentemente simples, é uma das determinações mais problemáticas 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.

Tais diferenças têm sido associadas a dificuldades de dispersão do material do solo por razões de apresentarem natureza calcária, salinidade ou teores elevados de materiais orgânicos (> 5%). Para estes, tratamentos especiais visando à eliminação destas interferências devem ser feitos, dando-se preferência ao método de pipeta. Dentre os principais tratamentos, recomenda-se para solos com pH inferior a 6,0 e livres de sais solúveis, o hidróxido de sódio como dispersante; para solos ricos em cálcio e magnésio, o hexametáfosfato de sódio tamponado com carbonato de sódio.

Latossolos gibbsíticos, comumente apresentam problemas de dispersão e para estes, estudos têm sido conduzidos com bons resultados, utilizando-se técnicas como: dispersão ultra-sônica e uso de agitador com movimento helicoidal (VITORINO et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2002).

Argila dispersa em água (argila natural)

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% floclada.

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 floclação.

Grau de floclação

Importância: Assim como a argila dispersa em água, o grau de floclação 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 floclação têm baixos teores de silte e argilas de baixa atividade.

Cálculo: é calculado pela expressão:

$$100 \times \frac{\text{argila total} - \text{argila natural}}{\text{argila total}}$$

Relação silte / argila

Importância: A relação silte/argila é elemento indicador de intemperismo do solo e dá idéia 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).

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 de seu manejo. Tem implicação direta com a morfologia do solo e, por conseguinte, com a 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 ($< 0,85\text{g/cm}^3$), 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. Nestes casos restam o uso do 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.

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 arrançamento. 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 $2,65\text{g/cm}^3$. A determinação é feita pelo método do balão volumétrico com o uso de álcool etílico. Pode ser determinada em amostra deformada.

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.

Cálculo baseado nas densidades de partículas (real) e do solo (aparente), conforme expressão:

$$\text{Porosidade total} = 100 (a - b) / a$$

onde: **a** = densidade de partículas; e **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.
- Macroporosidade é determinada por diferença, segundo a expressão:

$$\text{Macroporosidade} = \text{porosidade total} - \text{microporosidade}$$

Umidades extraídas a 1/10atm (0,01MPa), 1/3atm (0,033MPa) e 15atm (1,5MPa)

Princípio: Amostras 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, 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, 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 convencionalmente que corresponde ao "Ponto de Murchamento" da maioria das culturas. Estes dados possibilitam o cálculo de "água disponível" do solo e do seu balanço hídrico.

Determinações químicas

pH em H₂O e KCl

Princípio: Um eletrodo mergulhado na suspensão solo-líquido mede a atividade do íon H⁺.

Importância: Determinações de extrema importância para solos. Dão idéia da acidez ou alcalinidade e solubilidade de alguns elementos, e em conseqüência, disponibilidade de nutrientes. O pH determinado em KCl apresenta valores mais baixos que os determinados em H₂O, salvo no caso de solos extremamente intemperizados. A diferença entre ambos ΔpH ($\text{pH KCl} - \text{pH H}_2\text{O}$) expressa o balanço de cargas elétricas dos colóides do solo, e quando positiva ou nula, é característica distintiva de solos com caráter ácrico.

Observação: Os valores de pH determinados em solução de KCl ou CaCl₂ 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.

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 utiliza solução de KCIN para extração de Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺ e HCl 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:

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

Acidez

Princípios: Determinação dos cátions ácidos presentes no solo (H⁺ e Al⁺⁺⁺), tanto em forma adsorvida aos colóides, 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 Al⁺⁺⁺. A acidez potencial por sua vez determina juntamente H⁺ e Al⁺⁺⁺, 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:

$$H^+ + Al^{+++} \text{ pelo } (Ca (OAc)_2) - Al^{+++} (KCl N) = H^+ \text{ extraível}$$

Alguns laboratórios apresentam os resultados em separado como Al⁺⁺⁺ trocável, H⁺ extraível e acidez potencial (H⁺ + Al⁺⁺⁺), outros só apresentam os dois primeiros, e ainda outros apresentam os resultados de outras formas.

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:

$$T \text{ (cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}) = S + (H^+ + Al^{+++})$$

Observações: Em razão da determinação de dois tipos de acidez (trocável e potencial), dois tipos de CTC poderão também ser calculados. 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.

Percentagem de saturação por bases (valor V) - Cálculo da proporção de bases trocáveis contida na capacidade de troca de cátions, segundo 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).

Percentagem de saturação por alumínio - Cálculo da proporção de alumínio trocável abrangido no somatório dos resultados de bases extraíveis e alumínio trocável, segundo determinações anteriores. É dada pela seguinte expressão:

$$m\% = 100 \times Al^{+++} / (S + Al^{+++})$$

Importância: Este valor expressa a participação do cátion Al⁺⁺⁺, em relação ao total de cátions do complexo de troca. É empregado na distinção de classes de solos quanto aos caracteres alumínico, alítico e álico

Percentagem de saturação por sódio - Cálculo da proporção de sódio trocável abrangido na capacidade de troca de cátions, segundo determinações anteriores.

Calculada através da expressão:

$$100 \times \text{Na}^+ / T$$

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%.

Caráter sódico = saturação por sódio maior ou igual a 15%.

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 (HCl 0,05N e H_2SO_4 0,025N).

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 CO_2 . O excesso de dicromato é, então, medido em função da quantidade de sulfato ferroso 0,5M gasta para sua titulação.

Importância: O Carbono (C) é de interesse geral, na formação, classificação, 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.

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.

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 HCl).

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, grau de decomposição de matéria orgânica, etc.

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.

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 a sua classificação.

Textura com fracionamento das frações areia e silte

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. Os seguintes limites de diâmetro de partículas, são usados para separação das frações:

| Frações | Limite Superior | Limite Inferior |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| Areia muito grossa | 2,0 | 1,0mm |
| Areia grossa | 1,0 | 0,5mm |
| Areia média | 0,5 | 0,25mm |
| Areia fina | 0,25 | 0,10mm |
| Areia muito fina | 0,10 | 0,05mm |
| Silte | 0,05 | 0,002mm |
| Argila | < 0,002mm | |

Observação: Usa-se o mesmo procedimento empregado na granulometria da terra fina descrito anteriormente, com a diferença que as frações areia e silte são subfracionadas por meio de peneiramento.

Determinações em pasta saturada (extrato de saturação)

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 medições 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 classificação 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

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⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺ e K⁺) e Ânions Solúveis (CO₃⁼, HCO₃⁻, Cl⁻ e SO₄⁼).

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.

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, Al, 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 são usados diretamente para distinção de Latossolos, Argilosos, Cambissolos e Nitossolos, em suas categorias inferiores, e para separação de atributos relacionados a teor de óxido de ferro (hipo, meso, férrico e perférrico). Portanto, trata-se de determinação especialmente requisitada para distinção e caracterização de algumas Ordens no SiBCS.

Relações moleculares Ki (SiO₂ / Al₂O₃), Kr (SiO₂ / R₂O₃) e Al₂O₃ / Fe₂O₃

Determinação: 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:

$$Ki = 1,70 \times \frac{SiO_2}{Al_2O_3}$$

$$Kr = 1,70 \times \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + (Fe_2O_3 \times 0,6375)}$$

$$Al_2O_3 / Fe_2O_3 = 1,57 \times \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$$

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 K_r , 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 Al), e assim como o K_i , é indicativo do grau de intemperismo dos solos. Por envolver os teores de ferro, de alumínio e silício, está sendo empregado para separar solos cauliniticos ($K_r > 0,75$) de solos oxídicos ($K_r < 0,75$).

A relação molecular Al_2O_3 / Fe_2O_3 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 Vermelho-Escuros de Latossolos Vermelho-Amarelos, quando de textura média. Valores altos ($> 3,15$) expressam pequena presença de ferro e distinguem Latossolos Vermelho-Amarelos.

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 agente redutor ditionito de sódio em pó, atua como tal em amostra aquecida complexante tamponada de citrato / bicarbonato. O ferro é, então, determinado no extrato.

Observação: Esta determinação é normalmente feita pelo método do CBD, porém pode ser feita também pelos métodos do oxalato ácido de amônio e do pirofosfato de sódio. O método do CBD 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.

Estudos específicos para determinação da migração de ferro no perfil do solo, só ou junto a material orgânico, como para caracterização de horizonte B espódico, muitas vezes lançam mão destes tipos de determinação.

Equivalente de $CaCO_3$

Importância: Determinação usada em levantamentos de solos em situação de suspeita de salinização, com concentração de $CaCO_3$ no perfil do solo, refletida por situação de pH bastante elevado, junto a elevados teores de bases trocáveis e/ou presença de concreções de $CaCO_3$ no corpo do solo.

Princípio: A amostra é atacada com excesso de solução padrão de HCl. O excesso de ácido é titulado com solução de NaOH padrão. A diferença entre a quantidade ($\text{cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$) adicionada de HCl e a titulada, representa o percentual de CaCO_3 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 CaCO_3 .

Microelementos (micronutrientes)

Importância: Não usual em levantamentos de solos. Determinação comumente realizada em trabalhos de avaliação da fertilidade do solo para fins de manejo.

Mineralogia das frações areias, calhaus e cascalhos

Importância: Determinação pouco freqüente 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 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.

Mineralogia da fração argila

Importância: Situação semelhante à mineralogia da fração grosseira (areias, cascalhos e calhaus). É de natureza qualitativa e tem utilidade nos estudos de gênese, classificação e caracterização dos solos. Alguns sistemas de classificação utilizam estas determinações para distinguir classes de solos em seus níveis categóricos inferiores.

Quantificação de argilominerais e oxi-hidróxidos de ferro e alumínio

Importância: Para quantificação dos componentes mineralógicos da fração argila, para fins de classificação e estabelecimento de limites de classes de solos em levantamentos pedológicos detalhados.

Ponto de carga zero (PCZ)

Importância: Interpretações de PCZ são comumente utilizadas em solos de carga variável, para fins de correlação com propriedades físicas, químicas

e mineralógicas, visando a estudos de classificação e manejo de solos. Recomendado quando da constatação de inversão de pH ($\text{pH KCl} > \text{pH H}_2\text{O}$) em horizontes diagnósticos.

Micromorfologia

Importância: Constitui uma técnica adicional de exame de solo, contribuindo para sua identificação, descrição do processo de formação, observação dos efeitos da atividade de organismos e do manejo do solo.

Curvas de retenção de umidade

Importância: Aplicam-se, principalmente, a levantamentos pedológicos detalhados, visando a fornecer subsídios para projetos de irrigação.

Constantes de Atterberg

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.

Condutividade hidráulica

Importância: 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.

Análise de agregados por via úmida

Importância: Tem utilidade na medida da impermeabilização e encrostamento superficial dos solos, para avaliação da susceptibilidade à erosão.

Determinações de campo

Teste de infiltração

Princípio: Consiste na determinação da velocidade de entrada de água no solo. Os resultados, em geral, são utilizados para definir técnicas de conservação de solos, seleção de métodos de irrigação, definição do comprimento e espaçamento entre sulcos de irrigação, dose de aplicação de água para fins de irrigação e, também, para estudos de drenagem. Mede a capacidade do solo de absorver água.

Importância: É necessário nos levantamentos pedológicos que visam a obtenção de dados básicos para irrigação e manejo dos solos.

Observações: O método mais utilizado é o do infiltrômetro de anéis duplos, com lâminas de água constante.

Recomenda-se a realização dos testes em locais próximos aos perfis de solos estudados, com três repetições simultâneas.

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 infiltração básica é avaliada segundo os critérios descritos abaixo, adotados pelo Bureau of Reclamation, em *Irrigated land use: land classification* (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 |

Observação: Os dados são expressos em cm/h ou mm/h.

Teste de permeabilidade

É recomendado para caracterização do solo, do ponto de vista do comportamento hídrico, e usado para fins de planejamento de sistema de drenagem. A determinação da permeabilidade fornece a medida da velocidade da água no interior da massa do solo. Permeabilidade é sinônimo de drenagem e percolação.

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.

Teste de permeabilidade em ausência de lençol freático

Importância: É indicado para determinar o valor K (condutividade) de camadas de baixa permeabilidade, pré-selecionadas através do estudo do perfil e com espessura nunca inferior a 40cm.

Observação: Recomenda-se realizar o teste em locais próximos do perfil do solo selecionado, com repetição e, preferencialmente, onde tenham sido feitos testes de infiltração.

As classes de permeabilidade são estabelecidas, utilizando-se os critérios de *Irrigated land use: land classification* (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 |

Teste de permeabilidade em presença de lençol freático

Importância: É indicado para medir o fluxo horizontal do movimento de água no interior do solo, em áreas com problemas de drenagem.

Observação: O teste é executado por meio do rebaixamento do nível do lençol freático, por bombeamento e pela medição do tempo de recarga.

Os critérios de interpretação são os mesmos indicados no item anterior e os dados expressos em cm/h ou m/dia, com uma decimal.

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.

6 Apresentação de resultados analíticos

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 recentemente no Brasil para fins de levantamento de solos, não pertencem ao Sistema Internacional de Unidades (SI). A Sociedade Brasileira de Ciência do Solo vem se preocupando com o assunto e tem feito algumas sugestões de unidades para fins de uniformização (CANTARELLA; MONIZ, 1995).

A seguir, serão relacionadas as unidades do Sistema Internacional sugeridas pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e adotadas pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos - CNPS da Embrapa, no *Manual de métodos de análise de solo* (1997), para uso em resultados analíticos com fins de Levantamento de Solos.

Em síntese, três são as principais alterações em relação ao que se adotava anteriormente no Brasil, segundo Tomé Júnior (1997), a saber:

- 1 - Resultados anteriormente expressos em % (carbono orgânico, matéria orgânica, óxidos do ataque sulfúrico e análise granulométrica), passam a ser expressos em g/dm^3 (gramas por decímetro cúbico de solo) para alíquotas de amostras medidas em volume, ou g/kg (gramas por quilo), para alíquotas medidas em peso.
- 2 - Para determinações anteriormente expressas em ppm (partes por milhão) como fósforo, enxofre e micronutrientes, ou $\mu\text{g/mL}$ (microgramas por mililitro de solo), passam para mg/dm^3 (miligramas por decímetro cúbico de solo) ou mg/kg (miligrama por quilograma de solo).
- 3 - Para determinações expressas anteriormente em $\text{mEq}/100\text{cm}^3$ (número de miliequivalentes por 100 centímetros cúbicos de solo), em $\text{mEq}/100\text{mL}$ (número de miliequivalentes por 100 mililitros de solo) ou $\text{mEq}/100\text{g}$ (número de miliequivalentes por 100 gramas de solo), que é o caso de todo o complexo de troca, passam a ser expressos em mmol/dm^3 (milimols de carga por decímetro cúbico de solo), mmol/kg (milimols de carga por kilo), cmol/dm^3 (centimols de carga por decímetro cúbico) e cmol/kg (centimols de carga por quilograma de solo), estas últimas formas preferidas, por manter os valores numéricos idênticos aos usados até agora (em $\text{mEq}/100\text{g}$), facilitando portanto a comparação com trabalhos anteriores.

Para escolha das unidades a serem empregadas em levantamentos de solos, recomenda-se optar por aquelas cuja conversão não apresente grandes diferenças em valores numéricos, considerando-se as unidades empregadas anteriormente, ou seja, que tenham fatores de conversão iguais a unidade ou sejam múltiplos de 10.

Segundo Cantarella e Moniz (1995), o emprego do decímetro cúbico (dm^3) 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 eles, o centímol por decímetro cúbico (cmol/dm^3) é aceito nas publicações da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo devido à coincidência numérica com o miliequivalente por 100 centímetros cúbicos ($\text{mEq}/100\text{cm}^3$), 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 Sistema Internacional 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 .

O quadro, a seguir, apresenta os fatores de conversão das unidades usadas anteriormente para as unidades do Sistema Internacional e, juntamente, as unidades adotadas pelo CNPS da Embrapa, no *Manual de métodos de análise de solo* (1997).

Quadro 16 – Conversão das unidades usadas anteriormente para as unidades do sistema internacional (SI) e unidades adotadas pelo CNPS/Embrapa

| Unidades Antigas (A) | Fator de Conversão (F) | Unidades do SI (SI = A x F) | Unidades adotadas pelo CNPS |
|--|------------------------|--|-----------------------------|
| % | 10 | g/dm^3 , g/kg | g/kg |
| ppm ou $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ | 1 | mg/dm^3 , mg/kg | mg/kg |
| $\text{mEq}/100\text{cm}^3$ ou $\text{mEq}/100\text{mL}$, ou $\text{mEq}/100\text{g}$ | 1 10 | $\text{cmol}_e/\text{dm}^3$, cmol_e/kg $\text{mmol}_e/\text{dm}^3$, mmol_e/kg | cmol_e/kg |
| mmhos/cm | 1 | dS/m | mS/cm |

Adaptado de Tomé Júnior (1997).

Nota: A Saturação por Bases (V%), Saturação por Alumínio (m%), Saturação por Sódio (Na%) e Grau de Floculação, continuam expressos em %.

Expressão dos resultados¹

Os quadros, a seguir, apresentam as unidades do Sistema Internacional adotadas pelo laboratório de solos do CNPS/Embrapa, para fins de levantamento de solos, conforme *Manual de métodos de análise de solo* (1997), e a precisão decimal das principais determinações.

¹ Os resultados são expressos em relação à terra fina seca em estufa (105°C).

Quadro 17 – Unidades do sistema internacional adotadas pelo CNPS/Embrapa para determinações físicas e precisão decimal

| Determinações | Unidade adotada | Precisão (casa decimal) |
|--|--|-------------------------|
| Terra fina, calhaus e cascalho | g/kg | 0 |
| Umidade atual | g/100g | 1 |
| Umidade residual | g/100g | 3 |
| Umidade obtida no aparelho extrator de Richards | g/100g | 1 |
| Umidades obtidas com a mesa de tensão (0,01 e 0,06MPa) | g/100g | 1 |
| Densidade aparente | g/cm ³ | 2 |
| Densidade de partículas | g/cm ³ | 2 |
| Porosidade total | cm ³ /100cm ³ ⁽¹⁾ | 0 |
| Microporosidade | cm ³ /100cm ³ ⁽¹⁾ | 0 |
| Macroporosidade | cm ³ /100cm ³ ⁽¹⁾ | 0 |
| Análise granulométrica: | | |
| • Areia grossa (2 – 0,2mm) | g/kg | 0 |
| • Areia fina (0,2 – 0,05mm) | g/kg | 0 |
| • Silte (0,05 – 0,002mm) | g/kg | 0 |
| • Argila total (< 0,002mm) | g/kg | 0 |
| Argila dispersa em água | g/kg | 0 |
| Grau de floculação | % | 0 |
| Relação silte / argila | - | 2 |
| Condutividade hidráulica | mm/h ou cm/h | 3 |
| Percentagem de saturação | g/100cm ³ | 0 |
| Percentagem de agregados | g/kg agregados | 1 |
| Limite de liquidez | g/100g | 0 |
| Limite e índice de plasticidade | g/100g | 0 |
| Limite de pegajosidade | g/100g | 0 |
| Limite de contração | g/100g | 0 |
| Grau de contração | g/100g | 0 |
| Superfície específica | m ² /g | 1 |
| Coefficiente de extensibilidade linear (COLE) | - | 3 |

⁽¹⁾ Volume de poros em cm³/100 cm³ da amostra volumétrica.

Quadro 18 – Unidades do sistema internacional adotadas pelo CNPS/Embrapa para determinações químicas e precisão decimal

| Determinações | Unidade adotada | Precisão (casa decimal) |
|--|-----------------------|-------------------------|
| pH (água, KCl, CaCl ₂) | - | 1 |
| Carbono orgânico | g/kg | 2 |
| ▪ Matéria orgânica | g/kg | 2 |
| Nitrogênio Total | g/kg | 2 |
| Complexo Sortivo | | |
| ▪ Capacidade de Troca de Cátions (CTC) e bases trocáveis | cmol _c /kg | 1 |
| ▪ Alumínio trocável | cmol _c /kg | 1 |
| ▪ Cálcio trocável | cmol _c /kg | 1 |
| ▪ Magnésio trocável | cmol _c /kg | 1 |
| ▪ Potássio trocável | cmol _c /kg | 2 |
| ▪ Sódio trocável | cmol _c /kg | 2 |
| ▪ Valor S (soma das bases) | cmol _c /kg | 1 |
| Acidez (H ⁺ + Al ⁺⁺⁺) | cmol _c /kg | 1 |
| Hidrogênio extraível | cmol _c /kg | 1 |
| Valor T | cmol _c /kg | 1 |
| Valor V | % | 0 |
| Saturação por alumínio | % | 0 |
| Saturação por sódio | % | 0 |
| Troca compulsiva (CTC e CTA) | cmol _c /kg | 2 |
| Ponto de carga zero | - | 2 |
| Ataque Sulfúrico | | |
| ▪ Sílica no extrato sulfúrico | g/kg | 1 |
| ▪ Ferro no extrato sulfúrico | g/kg | 1 |
| ▪ Alumínio no extrato sulfúrico | g/kg | 1 |
| ▪ Titânio no extrato sulfúrico | g/kg | 2 |
| ▪ Manganês no extrato sulfúrico | g/kg | 2 |
| ▪ Fósforo no extrato sulfúrico | g/kg | 2 |
| ▪ Ki e Kr (terra fina) | - | 2 |
| ▪ Relação Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃ | - | 2 |
| Ferro, alumínio, manganês e sílica livres | g/kg | 2 |
| Sais solúveis | | |
| ▪ Percentagem de saturação | % | 0 |
| ▪ Condutividade elétrica | mS/cm/25°C | 1 |
| ▪ Cálcio (Ca ⁺⁺) | cmol _c /kg | 1 |
| ▪ Magnésio (Mg ⁺⁺) | cmol _c /kg | 1 |
| ▪ Sódio (Na ⁺) | cmol _c /kg | 1 |
| ▪ Potássio (K ⁺) | cmol _c /kg | 1 |
| ▪ Carbonatos (CO ₃ ⁻) | cmol _c /kg | 1 |
| ▪ Biocarbonatos (HCO ₃ ⁻) | cmol _c /kg | 1 |
| ▪ Cloretos (Cl ⁻) | cmol _c /kg | 1 |
| ▪ Sulfatos (SO ₄ ⁻) | cmol _c /kg | 1 |
| CaCO ₃ (equivalente) | g/kg | 0 |
| Necessidade de gesso | cmol _c /kg | 2 |
| Enxofre | g/kg | 2 |
| Microelementos | mg/kg | 0 |
| Fósforo assimilável | mg/kg | 0 |
| Ataque triácido | g/kg | 1 |

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 a seguir, de acordo com Tomé Júnior (1997).

Quadro 19 – 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 (CELA) | PR | g/dm ³ | mg/dm ³ | cmol _c /dm ³ | cmol _c /dm ³ |
| Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais | MG | g/kg | mg/dm ³ | mg/dm ³ | cmol _c /dm ³ |
| Instituto Agrônomo de Campinas - IAC | SP | g/dm ³ | mg/dm ³ | mmol _c /dm ³ | mmol _c /dm ³ |
| 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/dm ³ | mg/dm ³ | cmol _c /dm ³ | cmol _c /dm ³ |

(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.

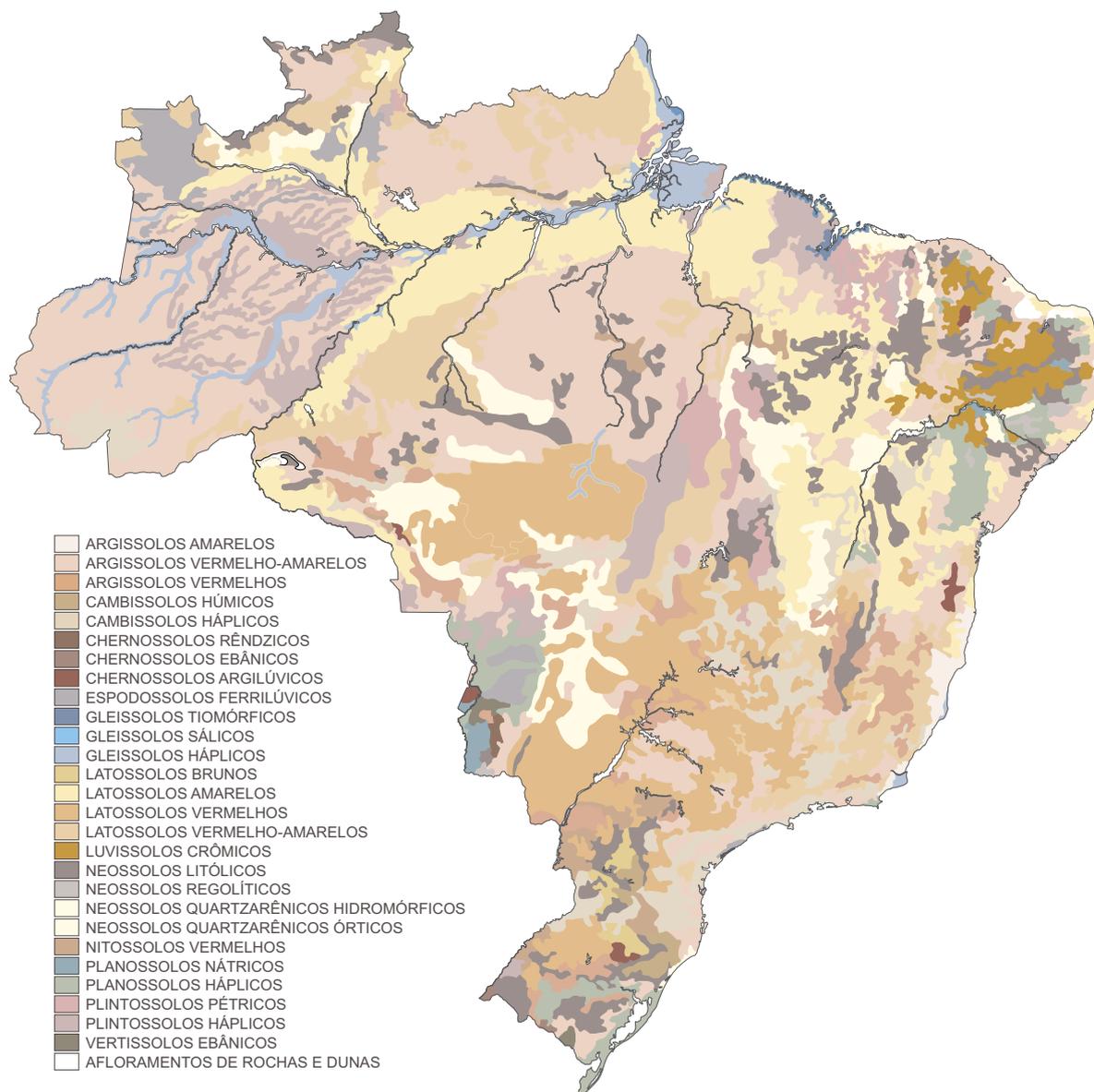
Apresentação dos resultados analíticos

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 16.

Outros resultados não contemplados neste formulário, como difratogramas de Raios X e mineralogia da fração areia, deverão ser apresentados em seqüência ao mesmo.

7 Principais solos do Brasil

Figura 18 - Delimitação esquemática dos principais solos brasileiros



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. 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 168 - ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrupto. São Mateus - ES.



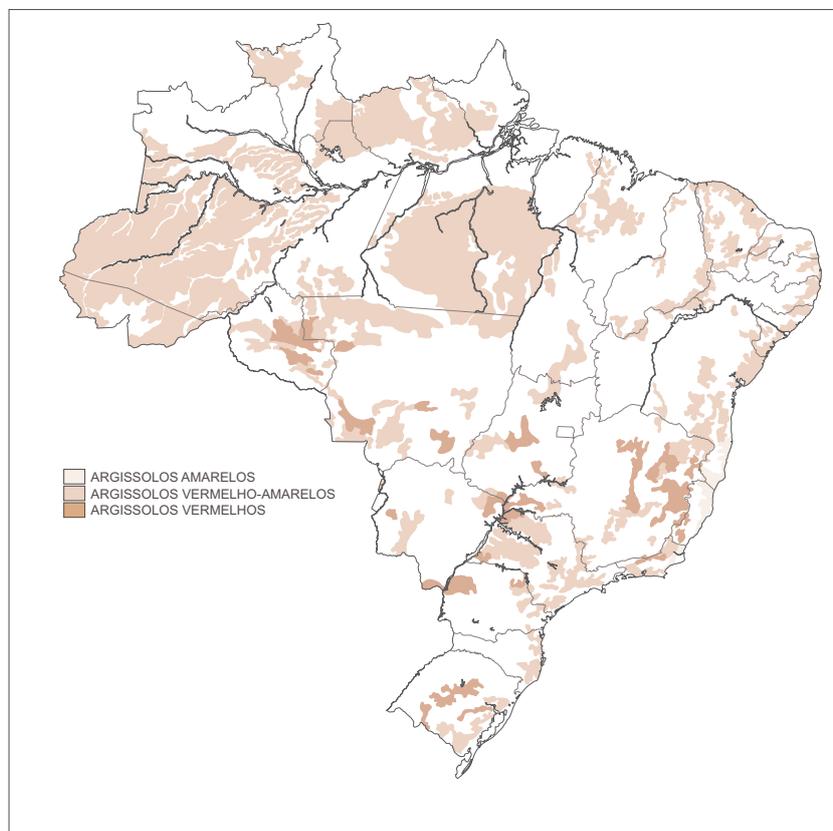
Foto 169 - ARGISSOLO VERMELHO Alumínico abrupto. Piracicaba - SP.



Foto 170 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Alumínico típico (Rubrozém). Curitiba - PR. Gustavo Ribas Cúrcio



Foto 171 - ARGISSOLO BRUNO-ACINZENTADO Alítico típico (Podzólico Bruno-Acinzentado). Telêmaco Borba - PR.

Figura 19 - Principais ocorrências dos Argissolos

Adaptado de Atlas nacional do Brasil (2000).

Cambissolos

São solos que apresentam grande variação no tocante a profundidade, ocorrendo desde rasos a profundos, além de apresentarem grande variabilidade também em relação às demais características. 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 173 – CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico. Mateiros - TO.

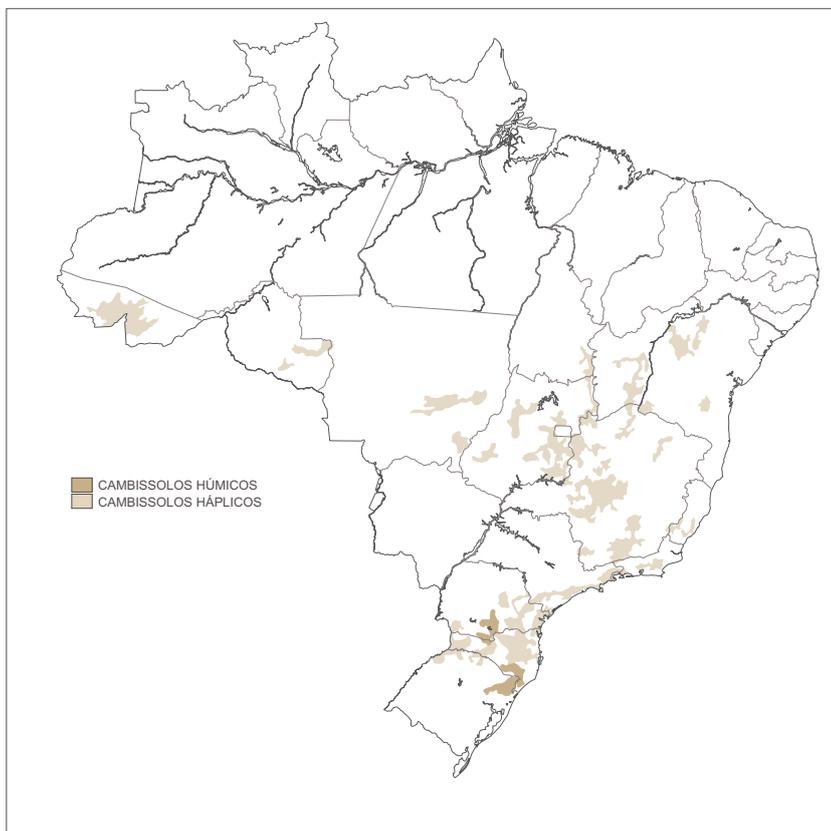


Foto 172 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico. Paranatinga - MT.



Foto 174 – CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico típico (Cambissolo Bruno Húmico). São Joaquim - SC.
Sérgio Hideiti Shimizu

Figura 20 - Principais ocorrências dos Cambissolos



Adaptado de Atlas nacional do Brasil (2000).

Chernossolos

Solos de pequena e mediana espessuras, que se caracterizam pela presença de um horizonte superficial A do tipo chernozêmico (teores consideráveis de matéria orgânica, cores escuras e boa fertilidade), sobre horizontes subsuperficiais avermelhados ou escurecidos com argila de alta atividade. 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 no Mato Grosso do Sul (Serra da Bodoquena) e Rio Grande do Norte (Rêndzicos).



Foto 175 - CHERNOSSOLO ARGILÚVICO
Órtico típico. Juscimeira - MT.



Foto 176 - CHERNOSSOLO EBÂNICO
Órtico típico. Campanha Gaúcha - RS.



Foto 177 - CHERNOSSOLO RÊNDZICO
Saprólítico típico. Italva - RJ.
Sistema brasileiro de classificação de solo (1999)



Foto 178 - CHERNOSSOLO RÊNDZICO
Saprólítico típico. Irecê - BA.
Paulo Klinger Tito Jacomine

Figura 21 - Principais ocorrências dos Chernossolos

Adaptado de Atlas nacional do Brasil (2000).

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 de um horizonte eluvial E (muitas vezes alábico). O horizonte espódico ocorre a profundidades variáveis, e em alguns pontos da região Amazônica encontra-se a profundidades superiores a 3 metros. São em geral muito pobres no tocante a nutrientes minerais e têm textura arenosa predominantemente.

São verificados distribuídos esparsamente ao longo da costa leste brasileira e têm sua mais expressiva ocorrência na região Amazônica (Amazonas e Roraima) e no Pantanal Matogrossense. Quando muito, são explorados com pastoreio extensivo de gado bovino.



Foto 179 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico arênico. Canavieiras - BA.
Glailson Barreto Silva



Foto 180 - ESPODOSSOLO FERRILÚVICO Órtico dórico (ortstein a partir de 60cm). Recife - PE.
Paulo Klinger Tito Jacomine



Foto 181 - ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico dórico (duripã a partir de 80cm). Conde - BA.
Francisco Ferreira Fortunato

Figura 22 - Principais ocorrências dos Espodossolos



Adaptado de Atlas nacional do Brasil (2000).

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. 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 182 - GLEISSOLO MELÂNICO Tb Eutrófico neofluvisólico. São Miguel do Araguaia - GO.



Foto 183 - GLEISSOLO MELÂNICO Tb Distrófico típico. Nova Xavantina - MT.



Foto 184 - GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico neofluvisólico. São Miguel do Araguaia - GO.

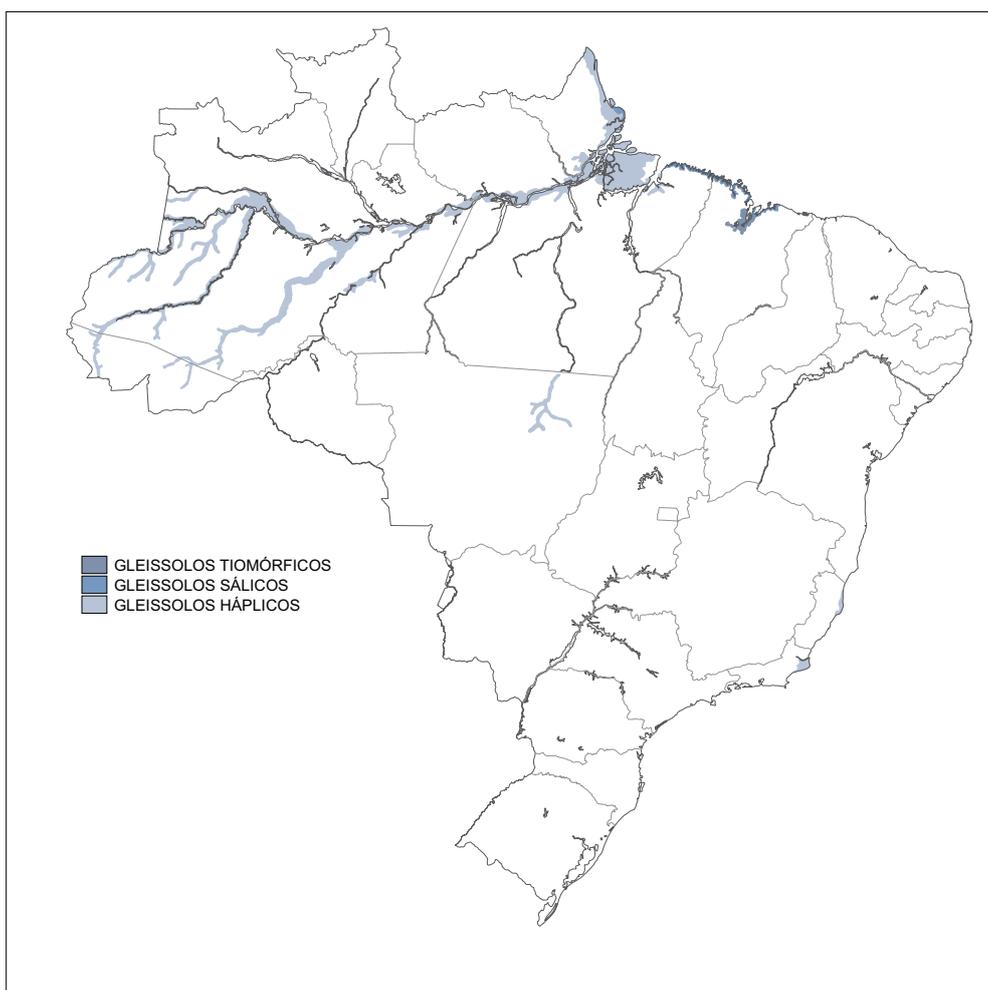


Foto 185 - GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico petroplântico. Jaciara - MT.



Foto 186 - GLEISSOLO TIOMÓRFICO Órtico neofluvissólico.
Aracruz - ES.

Figura 23 - Principais ocorrências dos Gleissolos



Adaptado de Atlas nacional do Brasil (2000).

Latossolos

Em geral são solos muito intemperizados, profundos e de boa drenagem. Caracterizam-se por grande homogeneidade de características ao longo do perfil, mineralogia da fração argila predominantemente caulínica ou caulínica-oxídica, que se reflete em valores de relação K_i 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* (1999).

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 30 cm 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.

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.



Foto 187 - LATOSSOLO BRUNO Ácrico típico. Castro - PR.



Foto 188 - LATOSSOLO BRUNO Distrófico húmico. Muitos Capões - RS.

Latossolos Amarelos

Solos profundos, de coloração amarelada, perfis muito homogêneos, com boa drenagem e baixa fertilidade natural em sua maioria. Ocupam grandes extensões de terras no Baixo e Médio Amazonas e Zonas Úmidas Costeiras (tabuleiros). São cultivados com grande variedade de lavouras.



Foto 189 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico. Campos dos Goytacazes - RJ.



Foto 190 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico. Juruti - PA.

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, geralmente bruno-avermelhado-escuro. A estrutura é quase sempre do tipo forte pequena granular com aparência de “pó de café”.

A presença de quantidade significativa de óxidos de ferro (entre 180 e 400 g.kg⁻¹) faz com que, em campo, apresente atração moderada a forte pelo ímã (quando secos e pulverizados).



Foto 192 - LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico. Jataí - GO.



Foto 191 - LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico. Jataí - GO.

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.



Foto 193 - LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico. Barro Alto - GO.

Latossolos Vermelhos

Solos vermelhos, geralmente com grande profundidade, homogêneos, de boa drenagem e quase sempre com baixa fertilidade natural (necessitam 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 194 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico. Rondonópolis - MT.



Foto 195 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico. Caçu - GO.

Latossolos Vermelho-Amarelos

Têm cores vermelho-amareladas, 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 196 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico. Jaciara - MT.



Foto 197 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico. Juína - MT. Edgar Shinzato



Foto 198 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico. Jaíba - MG. Paulo Klinger Tito Jacomine

Luvissolos

São solos de profundidade mediana, com cores desde vermelhas a acinzentadas, 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.

Distribuem-se por boa parte do território brasileiro, com maior expressividade em regiões como o semi-árido 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).

Na Região Sul são utilizados com lavouras de grãos e pastagens, na região Amazônica apenas com pastagens plantadas, enquanto no semi-árido a pecuária extensiva é a principal utilização.



Foto 199 - LUVISSOLO HÁPLICO
Órtico típico. Feijó - AC.



Foto 200 - LUVISSOLO CRÔMICO Órtico
solódico. Cabrobó - PE.
Antônio José Wilman Rios



Foto 201 - LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico.
Cruzeiro do Sul - AC.

Figura 25 - Principais ocorrências dos Luvisolos



Adaptado de Atlas nacional do Brasil (2000).

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 subjacentes apresentarem mosqueados de redução em quantidade abundante;
- Ausência de horizonte vértico imediatamente abaixo de horizonte A;
- Ausência de horizonte plântico 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 horizonte C carbonático.

Congregam solos rasos, Neossolos Litólicos; ou profundos e arenosos, Neossolos Quartzarênicos; ou profundos e arenosos com presença considerável de minerais primários de fácil intemperização, Neossolos Regolíticos; ou ainda, solos constituídos por sucessão de camadas de natureza aluvionar, sem relação pedogenética entre si, Neossolos Flúvicos.

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 semi-árido Nordestino e no Mato Grosso do Sul.



Foto 202 - NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico fragipânico. Garanhuns - PE.
Glailson Barreto Silva



Foto 203 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico - substrato filito. Rondonópolis - MT.



Foto 204 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico. Rondonópolis - MT.



Foto 205 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico típico. Parque Estadual do Jalapão - TO.



Foto 206 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico chernossólico - substrato basalto. Bagé - RS.



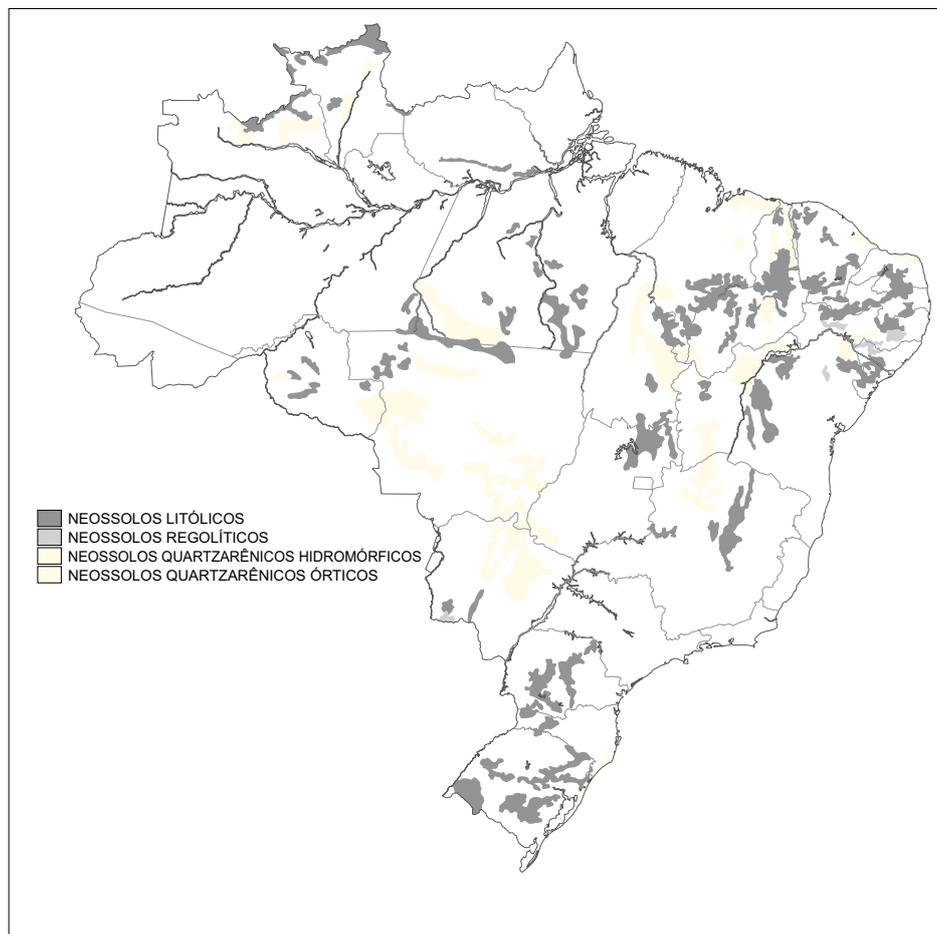
Foto 207 - NEOSSOLO FLÚVICO Psamítico típico. Margem do rio Tocantins. Peixe - TO.



Foto 208 - NEOSSOLO FLÚVICO Psamítico típico. Terraço do rio de Contas. Ipiaú - BA



Foto 209 - Perfil de NEOSSOLO LITÓLICO Húmico típico. São José dos Ausentes - SC.
Sérgio Hideiti Shimizu

Figura 26 - Principais ocorrências dos Neossolos

Adaptado de Atlas nacional do Brasil (2000).

Nitossolos

Trata-se de uma ordem recém-criada, 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 a cerosidade ou superfícies de compressão. 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 caulínico-oxídica, em sua maioria com argila de atividade baixa, ou com atividade alta ($> 20\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$) associado a caráter alumínico.

Os Nitossolos Vermelhos (Terras Roxas Estruturadas e Terras Roxas Estruturadas Similares) 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 no Mato Grosso (Juína e Salto do Céu) e Pará (Oriximiná, Alenquer e Altamira), entre outras.

Os Brunos (Terras Brunas Estruturadas e Terras Brunas Estruturadas Similares), 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 210 - NITOSSOLO BRUNO Distrófico típico. Lages - SC.
Lúcia Helena Cunha dos Anjos



Foto 211 - NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico. Castanheira - MT.



Foto 212 - NITOSSOLO VERMELHO Distrófico típico. Oriximiná - PA.



Foto 213 - NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico. Ceres - GO.

Figura 27 - Principais ocorrências dos Nitossolos



Adaptado de Atlas nacional do Brasil (2000).

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 ou úmidos de altitude elevada, que ficam saturados com água por poucos dias no período chuvoso. 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 cacaeira 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.

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 214 - ORGANOSSOLO HÁPLICO Sáprico típico. Campo Erê - SC.



Foto 215 - ORGANOSSOLO HÁPLICO Sáprico térreo. Parque Estadual do Jalapão - TO.



Foto 216 - ORGANOSSOLO FÓLICO Hêmico típico. Chapada dos Veadeiros - GO.

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 (suspense), de existência periódica e presença variável durante o ano. Podem apresentar qualquer tipo de horizonte A, horizonte E, nem sempre horizonte E álbico, seguidos de horizonte B plânico, tendo seqüência de horizontes A, AB, ou A, E (álbico ou não) ou Eg, seguidos de Bt, Btg, Btm ou Btmg.



Foto 217 - PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico. Pelotas - RS.



Foto 218 - PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico. Caruaru - PE. Gailson Barreto Silva



Foto 219 - PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico (Solonetz Solodizado “cabeça vermelha”). Petrolina – PE. Sérgio Hideiti Shimizu



Foto 220 - PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico. Pantanal Mato-grossense. Poconé - MT.

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 221 - PLANOSSOLO NÁTRICO Sálíco dúrico.
Cabo Frio - RJ.
Resende e outros (1995)

Figura 28 - Principais ocorrências dos Planossolos



Adaptado de Atlas nacional do Brasil (2000).

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. 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 (Goiás/Tocantins), Pantanal Mato-grossense e Planícies do Araguaia e Guaporé. Têm manejo agrícola bastante delicado, que necessita de 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.

Os Plintossolos Pétricos (Solos Concrecionários ou Concrecionários Lateríticos), geralmente de melhor drenagem, caracterizam-se pela presença no perfil dos horizontes diagnósticos concrecionário e/ou litoplíntico. Têm ocorrência mais restrita aos planaltos das Regiões Centro-Oeste e Norte (Tocantins-Goiás-Mato Grosso) 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 222 - PLINTOSSOLO ARGILÚVICO
Distrófico típico. Ilha de Marajó - PA.
Paulo Klinger Tito Jacomine



Foto 223 - PLINTOSSOLO ARGILÚVICO
Distrófico típico. São Miguel do Araguaia - GO.



Foto 224 – PLINTOSSOLO ARGILÚVICO
Distrófico espessarênico. Natividade –TO.
Gailson Barreto Silva



Foto 225 - Perfil de PLINTOSSOLO
PÉTRICO Concrecionário argissólico. São
Félix do Araguaia - MT.



Foto 226 - PLINTOSSOLO PÉTRICO
Concrecionário léptico. Niquelândia - GO.



Foto 227 - PLINTOSSOLO PÉTRICO Con-
crecionário latossólico. Canarana - MT.

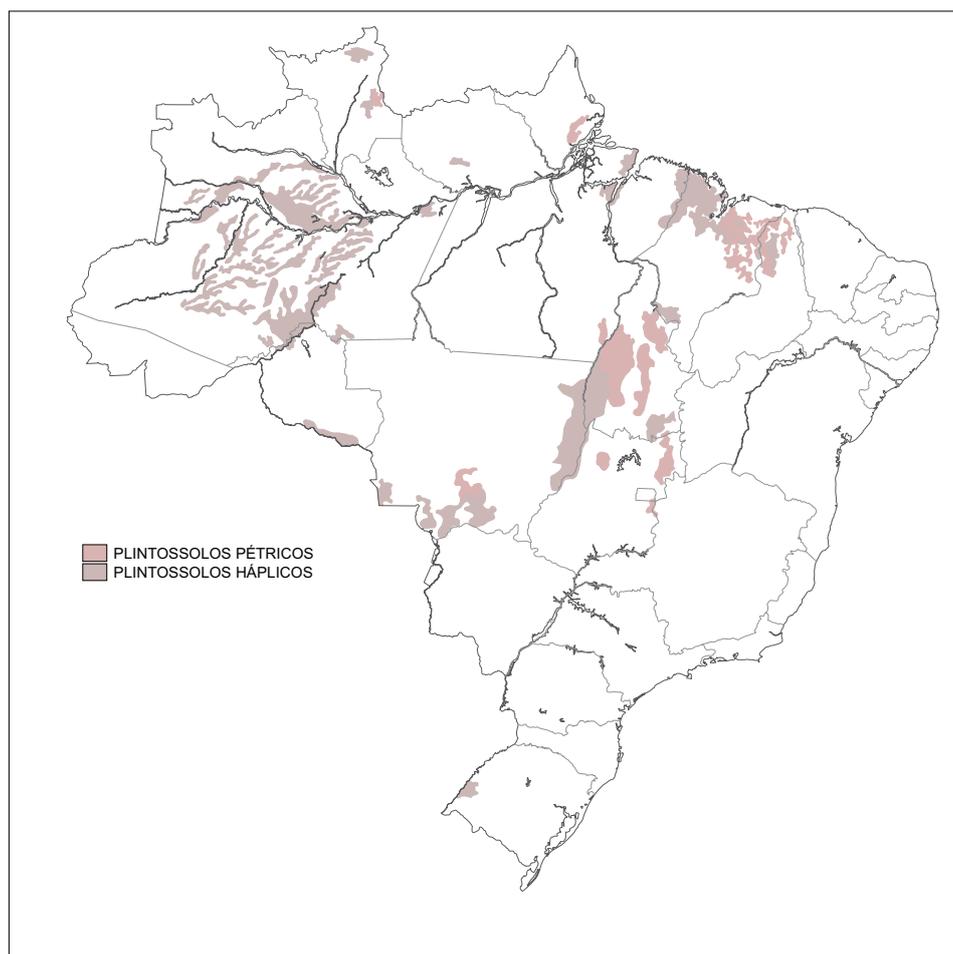


Foto 228 - PLINTOSSOLO PÉTRICO
Litoplíntico típico.
São Miguel do Araguaia - GO.



Foto 229 - Paisagem de área de PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplíntico típico. Reisópolis - GO.

Figura 29 - Principais ocorrências dos Plintossolos



Adaptado de Atlas nacional do Brasil (2000).

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.

Apresentam seqüência 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 30 cm 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 Semi-árido Nordeste, no Pantanal Mato-grossense, na Campanha Gaúcha e no Recôncavo Baiano.

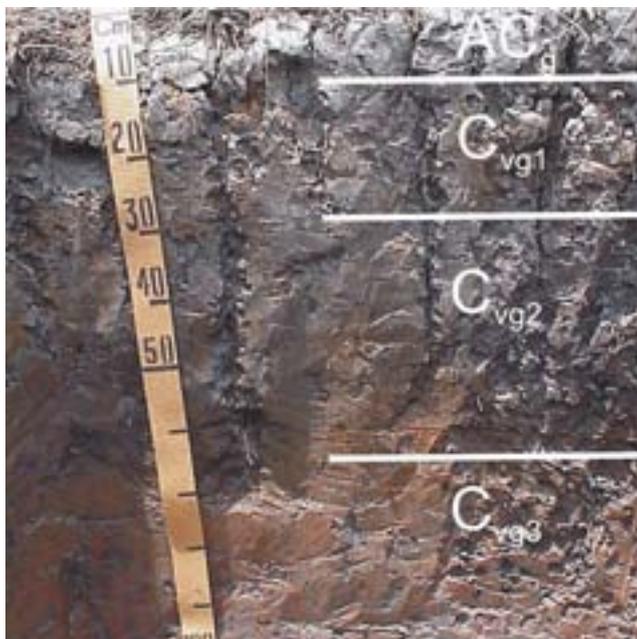


Foto 230 - VERTISSOLO HIDROMÓRFICO Órtico típico. Pantanal Mato-grossense. Poconé - MT. Eduardo Guimarães Couto



Foto 231 - VERTISSOLO HÁPTICO Órtico típico. Souza - PB. Sistema brasileiro de classificação de solos (1999)



Foto 232 - VERTISSOLO HÁPTICO Sódico típico. Sertão Pernambucano. Paulo Klinger Tito Jacomine

Figura 30 - Principais ocorrências dos Vertissolos

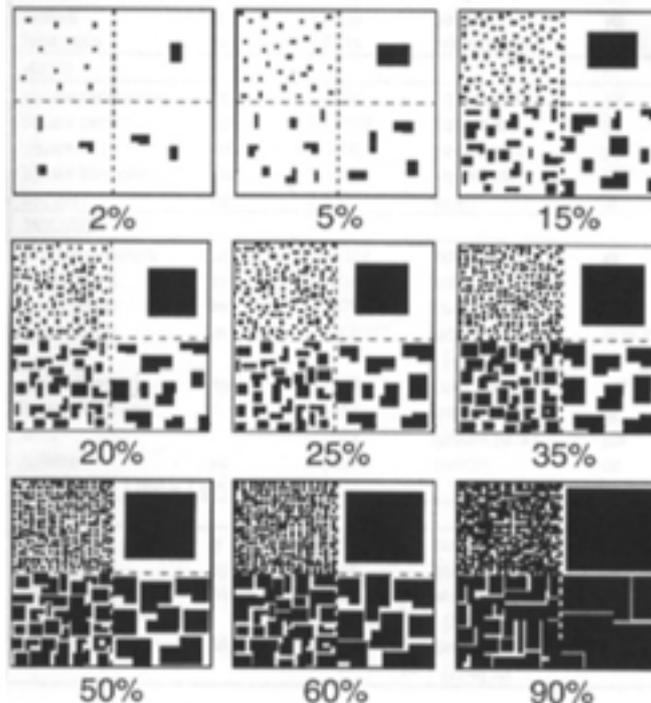


Adaptado de Atlas nacional do Brasil (2000).

8 Dados auxiliares

Quadro 20 - Lista de equipamentos para trabalhos de campo

| Ferramentas para abertura de trincheiras, limpeza de barrancos e coleta de amostras | Material para descrição do perfil de solos |
|--|---|
| Anel de Kopecky ou similar Barbante Enxada – enxadão Etiquetas de cartolina ou auto-adesivas Extensão para trados Facão Fita crepe Martelo de borracha Martelo pedológico Pá de concha (redonda) Pá reta Picareta Sacos plásticos (20cm x 30cm) para amostras Trado de caneco Trado holandês | Bisnaga (recipiente c/ água) para verificação da textura, cor úmida e consistência Borracha Caderneta de cores - (<i>Munsell soil color charts</i>) Caneta esferográfica Escalímetro Faca Fichas para descrição morfológica de solos no campo Filme para fotografia e/ou <i>slides</i> Fita graduada para fotografia Ímã Kit de pH Lápis Lápis dermatográfico Lupa de bolso Máquina fotográfica Peneira com furos de 2mm de diâmetro Recipiente com ácido clorídrico Recipiente com água oxigenada Recipiente com água para fins diversos (≥ 5 litros) Régua pequena Trena (≥ 2 metros) |
| Material para caracterização do local de exame ou coleta | Material para consulta e referência de campo |
| Altímetro Caderneta de campo Clinômetro GPS | Cartas planialtimétricas Fotografias aéreas ou imagens orbitais Levantamentos de solos preexistentes Manual técnico de pedologia Mapa de localização Mapa geológico |
| Material de uso pessoal | |
| Caneleiras Chapéu Kit de primeiros socorros Recipiente com água potável Repelente de insetos | |

Figura 31 - Exemplos de percentual de área coberta


O gráfico acima pode ser usado para auxiliar na estimativa da quantidade de vários elementos (mosqueados, quantidade de plintita, cascalhos, concreções, etc.). Dentro de qualquer destes quadros cada quadrante contém a mesma quantidade de área coberta.

Quadro 21 - Alguns fatores para conversão de unidades

| Unidades Conhecidas | Multiplicador | Produtos |
|---------------------|--------------------|-----------------------------|
| Acres | 0,405 | hectares |
| Angstrons | 1×10^8 | centímetros |
| Angstrons | 1×10^4 | microns |
| Angstrons | 1×10^1 | 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 | $2,54 \times 10^4$ | microns |
| Polegadas | 2,54 | centímetros |
| Metros | 3,2808 | pés |
| Metros | 39,37 | polegadas |
| Microns | 1×10^{-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 |

Figura 32 - Modelo de ficha para descrição morfológica dos solos no campo (continua)

DESCRIÇÃO GERAL

AMOSTRAGEM N.º: TIPO: PERFIL COMPLETO AMOSTRA EXTRA

PROJETO: DATA: CLASSIFICAÇÃO:

LOCALIZAÇÃO: COORDENADAS:

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: ALTITUDE:

LITOLOGIA E UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA: MATERIAL ORIGINÁRIO: USO ATUAL:

| RELEVO LOCAL | | RELEVO REGIONAL | | DRENAGEM | | EROSÃO | | PEDREGOSIDADE | | ROCHOSIDADE | | VEGETAÇÃO PRIMÁRIA | |
|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------------|------------------------|--------------|-----------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|----------------|
| plano | forte ondulado | plano | forte ondulado | multo mal drenado | bem drenado | Classe | Tipos | não pedregosa | ligeiramente pedregosa | não rochosa | ligeiramente rochosa | Tipos | Complemento |
| suave ondulado | montanhoso | suave ondulado | montanhoso | mal drenado | acentuadamente drenado | não aparente | laminar | ligeiramente pedregosa | pedregosa | rochosa | rochosa | floresta | tropical |
| ondulado | escarpado | ondulado | escarpado | moderadamente drenado | excessivamente drenado | ligeira | salcos | pedregosa | pedregosa | multo rochosa | multo rochosa | cerrado | subtropical |
| | | | | moderadamente drenado | excessivamente drenado | moderada | revasos | multo pedregosa | pedregosa | superficialmente rochosa | superficialmente rochosa | caatinga | perenifolia |
| | | | | | | forte | vazocacos | pedregosa | pedregosa | | | | subperenifolia |

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

| Símbolo | Profundidade (cm) | Espessura (cm) | Cor | | Cascachos |
|---------|-------------------|----------------|-----------------------|------------|-----------|
| | | | Matriz | Cor | |
| | | | Mosqueado ou Variado | | |
| | | | Umidade | Contraste | |
| | | | seca | difusa | |
| | | | úmida | distinta | |
| | | | úmida amassada | prominente | |
| | | | Sup. compressão | | |
| | | | Slickenside | | |
| | | | Quantidade | Grau | |
| | | | pouca | fraca | |
| | | | comum | moderada | |
| | | | abundante | forte | |
| | | | Tipos | | |
| | | | blocos subangulares | | |
| | | | colunar | | |
| | | | prismática | | |
| | | | paralelepípeda | | |
| | | | Profundidade (cm) | | |
| | | | maciça | | |
| | | | grãos simples | | |
| | | | granular | | |
| | | | blocos angulares | | |
| | | | Consistência | | |
| | | | Umido | | |
| | | | Solla | | |
| | | | multo frível | | |
| | | | frível | | |
| | | | multo plástica | | |
| | | | plástica | | |
| | | | multo plástica | | |
| | | | Plasticidade | | |
| | | | não plástica | | |
| | | | ligeiramente plástica | | |
| | | | plástica | | |
| | | | multo plástica | | |
| | | | Pegajosidade | | |
| | | | não pegajosa | | |
| | | | ligeiramente pegajosa | | |
| | | | pegajosa | | |
| | | | multo pegajosa | | |
| | | | Topografia | | |
| | | | plana | | |
| | | | ondulada | | |
| | | | irregular | | |
| | | | quebrada | | |
| | | | Contraste | | |
| | | | abrupta | | |
| | | | cascalheira | | |
| | | | multo cascalheira | | |
| | | | Cascachos | | |
| | | | pouco cascalheira | | |
| | | | cascalheira | | |
| | | | multo cascalheira | | |
| | | | Sup. compressão | | |
| | | | Slickenside | | |
| | | | Quantidade | Grau | |
| | | | pouca | fraca | |
| | | | comum | moderada | |
| | | | abundante | forte | |
| | | | Tipos | | |
| | | | blocos subangulares | | |
| | | | colunar | | |
| | | | prismática | | |
| | | | paralelepípeda | | |
| | | | Profundidade (cm) | | |
| | | | maciça | | |
| | | | grãos simples | | |
| | | | granular | | |
| | | | blocos angulares | | |
| | | | Consistência | | |
| | | | Umido | | |
| | | | Solla | | |
| | | | multo frível | | |
| | | | frível | | |
| | | | multo plástica | | |
| | | | plástica | | |
| | | | multo plástica | | |
| | | | Pegajosidade | | |
| | | | não pegajosa | | |
| | | | ligeiramente pegajosa | | |
| | | | pegajosa | | |
| | | | multo pegajosa | | |
| | | | Topografia | | |
| | | | plana | | |
| | | | ondulada | | |
| | | | irregular | | |
| | | | quebrada | | |
| | | | Contraste | | |
| | | | abrupta | | |
| | | | cascalheira | | |
| | | | multo cascalheira | | |
| | | | Cascachos | | |
| | | | pouco cascalheira | | |
| | | | cascalheira | | |
| | | | multo cascalheira | | |

Quadro 22 - Nomes das cores em português para os códigos do livro Munsell soil color charts

(continua)

| 10R | | | |
|----------------------|-----------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Valor e Cromo | Nome | Valor e Cromo | Nome |
| 2.5/1 | Preto-avermelhado | 4/2, 4/3, 4/4, 5/2, 5/3, 5/4 | Vermelho-acinzentado |
| 3/1, 4/1 | Cinzeno-avermelhado-escuro | 6/2, 6/3, 6/4 | Vermelho-claro-acinzentado |
| 5/1, 6/1 | Cinzeno-avermelhado | 3/6 | Vermelho-escuro |
| 2.5/2 | Vermelho muito escuro-acinzentado | 4/6, 4/8, 5/6, 5/8 | Vermelho |
| 3/2, 3/3, 3/4 | Vermelho-escuro-acinzentado | 6/6, 6/8 | Vermelho-claro |
| 2,5YR | | | |
| Valor e Cromo | Nome | Valor e Cromo | Nome |
| 2.5/2 | Vermelho muito escuro-acinzentado | 4/4, 5/4 | Bruno-avermelhado |
| 3/2 | Vermelho-escuro-acinzentado | 6/4 | Bruno-avermelhado-claro |
| 4/2, 5/2 | Vermelho-acinzentado | 3/6 | Vermelho-escuro |
| 6/2 | Vermelho-claro-acinzentado | 4/6, 4/8, 5/6, 5/8 | Vermelho |
| 2.5/4, 3/4 | Bruno-avermelhado-escuro | 6/6, 6/8 | Vermelho-claro |
| 5YR | | | |
| Valor e Cromo | Nome | Valor e Cromo | Nome |
| 2.5/1 | Preto | 5/2 | Cinzeno-avermelhado |
| 3/1 | Cinzeno muito escuro | 6/2, 7/2 | Cinzeno-rosado |
| 4/1 | Cinzeno-escuro | 8/2 | Branco-rosado |
| 5/1, 6/1 | Cinzeno | 4/3, 4/4, 5/3, 5/4 | Bruno-avermelhado |
| 6/1, 7/1 | Cinzeno-claro | 6/3, 6/4 | Bruno-avermelhado-claro |
| 8/1 | Branco | 7/3, 7/4, 8/3, 8/4 | Rosado |
| 2.5/2, 3/2, 3/3, 3/4 | Bruno-avermelhado-escuro | 4/6, 5/6, 5/8 | Vermelho-amarelado |
| 4/2 | Cinzeno-avermelhado-escuro | 6/6, 6/8, 7/6, 7/8 | Amarelo-avermelhado |
| 7,5YR | | | |
| Valor e Cromo | Nome | Valor e Cromo | Nome |
| 3/2, 3/4, 4/2, 4/4 | Bruno-escuro | 6/4 | Bruno-claro |
| 4/2, 4/4, 5/2, 5/4 | Bruno | 7/4, 8/4 | Rosado |
| 6/2, 7/2 | Cinzeno-rosado | 4/6, 5/6, 5/8 | Bruno-forte |
| 8/2 | Branco-rosado | 6/6, 6/8, 7/6, 7/8, 8/6 | Amarelo-avermelhado |
| 10YR | | | |
| Valor e Cromo | Nome | Valor e Cromo | Nome |
| 2/1 | Preto | 6/2 | Cinzeno-brunado-claro |
| 3/1 | Cinzeno muito escuro | 3/3, 4/3 | Bruno-escuro |
| 4/1 | Cinzeno-escuro | 4/3, 5/3 | Bruno |
| 5/1, 6/1 | Cinzeno | 6/3 | Bruno-claro-acinzentado |
| 6/1, 7/1, 7/2 | Cinzeno-claro | 7/3, 7/4, 8/3, 8/4 | Bruno muito claro-acinzentado |
| 8/1, 8/2 | Branco | 3/4, 3/6, 4/4, 4/6 | Bruno-amarelado-escuro |
| 2/2 | Bruno muito escuro | 5/4, 5/6, 5/8 | Bruno-amarelado |
| 3/2 | Bruno-acinzentado muito escuro | 6/4 | Bruno-amarelado-claro |
| 4/2 | Bruno-acinzentado-escuro | 6/6, 6/8 | Amarelo-brunado |
| 5/2 | Bruno-acinzentado | 7/6, 7/8, 8/6, 8/8 | Amarelo |

Quadro 22 - Nomes das cores em português para os códigos do livro Munsell soil color charts

(conclusão)

| 2,5Y | | | |
|--|--------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Valor e Cromo | Nome | Valor e Cromo | Nome |
| 7/2 | Cinzeno-claro | 4/4 | Bruno-oliváceo |
| 8/2 | Branco | 5/4, 5/6 | Cinzeno-oliváceo-claro |
| 3/2 | Bruno-acinzentado muito escuro | 6/4 | Bruno-amarelado-claro |
| 4/2 | Bruno-acinzentado-escuro | 7/4, 8/4 | Amarelo-claro-acinzentado |
| 5/2 | Bruno-acinzentado | 6/6, 6/8 | Amarelo-oliváceo |
| 6/2 | Cinzeno-brunado-claro | 7/6, 7/8, 8/6, 8/8 | Amarelo |
| 5Y | | | |
| Valor e Cromo | Nome | Valor e Cromo | Nome |
| 2.5/1, 2.5/2 | Preto | 4/2, 5/2 | Cinzeno-oliváceo |
| 3/1 | Cinzeno muito escuro | 6/2 | Cinzeno-oliváceo-claro |
| 4/1 | Cinzeno-escuro | 4/3, 4/4, 5/3, 5/4, 5/6 | Oliva |
| 5/1, 6/1 | Cinzeno | 6/3, 6/4 | Oliva-claro-acinzentado |
| 6/1, 7/1, 7/2 | Cinzeno-claro | 7/3, 7/4, 8/3, 8/4 | Amarelo-claro-acinzentado |
| 8/1, 8/2 | Branco | 6/6, 6/8 | Amarelo-oliváceo |
| 3/2 | Cinzeno-oliváceo-escuro | 7/6, 7/8, 8/6, 8/8 | Amarelo |
| | | | |
| CORES NEUTRAS (acromáticas ou de croma 0)¹ | | | |
| Croma | Nome | Croma | Nome |
| N 2/ | Preto | N 5/ | Cinzeno |
| N 2.5/ | Preto | N 6/ | Cinzeno |
| N 3/ | Cinzeno muito escuro | N 7/ | Cinzeno-claro |
| N 4/ | Cinzeno-escuro | N 8/ | Branco |

1 – As cores neutras, por serem desprovidas de cromas, são idênticas em todas as páginas de matiz que aparecem. Por tal razão não se emprega a notação de matiz em sua codificação, que é substituída pela letra N.

Equipe técnica

Diretoria de Geociências

Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais

Celso José Monteiro Filho

Coordenação temática

Eduardo Leandro da Rosa Macedo

Gerência de Recursos Naturais da Unidade Estadual de Goiás

Péricles Prado

Coordenação técnica e planejamento geral da publicação

Virlei Álvaro de Oliveira

Revisão, atualização e elaboração do texto

Virlei Álvaro de Oliveira

Celso Gutemberg Souza

Eduardo Leandro da Rosa Macedo

Roberto das Chagas Silva

Glailson Barreto Silva

Antônio José Wilman Rios

Antonio Gladstone Carvalho Fraga

Vilmar de Oliveira

Paulo César Vieira

Sérgio Hideiti Shimizu

Nelson Lara da Costa

Antonio Ferreira Fortunato

Rosângela Garrido Machado Botelho

Thelmo Araújo Dariva

Warley Pinto de Azevedo

Eliane de Lima

Participantes

Luís Alberto Dambrós
Péricles Prado
Luciana Mara Temponi de Oliveira
Paulo Roberto Alves dos Santos
Doralice Borges Silva
Paula Regina Gonçalves dos Santos
Pedro Arcanjo da Silva Júnior¹

Normalização bibliográfica

Marília Tandaya Grandi

Colaboração**EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos - CNPS****Revisão, atualização e elaboração do texto**

Maurício Rizzato Coelho
José Francisco Lumbreras
Humberto Gonçalves dos Santos
Paulo Emílio Ferreira da Motta
Uebi Jorge Naime
Maria José Zaroni
Ênio da Silva Fraga

Participante

Mário Luiz Diamante Aglio

Luiz Bezerra de Oliveira (Autônomo)

Consultoria

Paulo Klinger Tito Jacomine

Projeto Editorial**Centro de Documentação e Disseminação de Informações****Coordenação de Produção**

Marise Maria Ferreira

Gerência de Editoração**Copidesque e revisão**

Anna Maria dos Santos
Cristina R. C. de Carvalho

Diagramação textual

Luiz Carlos Chagas Teixeira
Solange Maria Mello de Oliveira
Maria do Carmo da Costa Cunha

Programação visual da publicação

Luiz Carlos Chagas Teixeira

Tratamento das fotos

Evilmerodac Domingos da Silva

Gerência de Gráfica**Impressão e acabamento**

José Augusto dos Santos

¹Técnico cedido pelo Sistema de Vigilância da Amazônia - SIVAM.

Gerência de Documentação

Normalização bibliográfica

Ana Raquel Gomes da Silva
Angélica Sodré dos Santos
Aparecida Tereza Rodrigues Regueira
Diva de Assis Moreira
Elizabete Siqueira Soares

Gráfica Digital

Impressão

Ednalva Maia do Monte