

**CONTRIBUIÇÃO PARA A INTERPRETAÇÃO  
DOS LEVANTAMENTOS DE SOLOS**

José da Silva Madeira Neto  
Jamil Macêdo

EMPRAPA

CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS - CPAC  
Planaltina - DF

Exemplares deste documento devem ser solicitados ao  
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - CPAC  
BR 020 - Km 18 - Rodovia Brasília/Fortaleza  
Caixa Postal 70023  
73.300 - Planaltina - DF

Madeira Neto, José da Silva

Contribuição para a interpretação dos levantamentos de solos, por José da Silva Madeira Neto e Jamil Macêdo. Brasília, EMBRAPA-CPAC, 1981.

32p. (EMBRAPA-CPAC. Boletim de Pesquisa, 6).

1. Solos - Levantamentos. 2. Solos - Classificação. 3. Solos - Mapeamento. I. Macêdo, Jamil Colab. II. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Brasília, DF. III. Título. IV. Série.

CDD 631.47

© EMBRAPA, 1981.

## SUMÁRIO

	pág.
Introdução .....	5
1. Solos - Conceito .....	6
2. Perfil do solo .....	7
3. Caracterização morfológica dos solos .....	10
3.1. Profundidade, espessura e distribuição dos horizontes	10
3.2. Transcrição entre os horizontes .....	10
3.3. Cor .....	11
3.4. Textura .....	11
3.5. Estrutura .....	12
3.6. Porosidade .....	13
3.7. Cerosidade .....	14
3.8. Consistência .....	14
4. Caracterização analítica dos solos .....	16
5. Classificação dos solos .....	18
5.1. Classificação popular .....	18
5.2. Classificação brasileira .....	18
5.3. Características diferenciais entre as principais classes de solos da região dos Cerrados .....	25
5.4. Classes e abreviaturas dos principais solos dos principais solos da região dos cerrados .....	28
6. Mapeamento .....	29
7. Referências bibliográficas .....	32

## CONTRIBUIÇÃO PARA A INTERPRETAÇÃO DOS LEVANTAMENTOS DE SOLOS

José da Silva Madeira Neto  
Jamil Macêdo<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

Os levantamentos de solos têm sido de grande utilidade para os pesquisadores, técnicos, extensionistas e agricultores, de maneira geral, tanto na seleção de áreas para experimentação, como para a extrapolação de resultados de pesquisa, para a orientação na aplicação de fertilizantes e para a aquisição de terra. Mas, para o seu bom aproveitamento, é necessário que os usuários dos relatórios e mapas de levantamentos de solos tenham compreensão suficiente da terminologia usada nos textos e do significado das características morfológicas e das análises físicas e químicas constantes dos mesmos. De maneira geral, essas definições encontram-se em livros de textos sobre solos nem sempre disponíveis aos usuários.

Em vista disso procurou-se colocar, num texto relativamente compacto, algumas conceituações que possam ser de utilidade aos que, no curso de suas atividades, precisam utilizar mapas e relatórios de levantamentos de solos.

---

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Pesquisador da EMBRAPA-CPAC.

## CONTRIBUIÇÃO PARA A INTERPRETAÇÃO DOS LEVANTAMENTOS DE SOLOS

José da Silva Madeira Neto  
Jamil Macêdo<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

Os levantamentos de solos têm sido de grande utilidade para os pesquisadores, técnicos, extensionistas e agricultores, de maneira geral, tanto na seleção de áreas para experimentação, como para a extrapolação de resultados de pesquisa, para a orientação na aplicação de fertilizantes e para a aquisição de terra. Mas, para o seu bom aproveitamento, é necessário que os usuários dos relatórios e mapas de levantamentos de solos tenham compreensão suficiente da terminologia usada nos textos e do significado das características morfológicas e das análises físicas e químicas constantes dos mesmos. De maneira geral, essas definições encontram-se em livros de textos sobre solos nem sempre disponíveis aos usuários.

Em vista disso procurou-se colocar, num texto relativamente compacto, algumas conceituações que possam ser de utilidade aos que, no curso de suas atividades, precisam utilizar mapas e relatórios de levantamentos de solos.

---

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Pesquisador da EMBRAPA-CPAC.

## SOLOS - CONCEITUAÇÃO

O solo é um recurso utilizado de várias formas para atender a finalidades também variadas. Desta maneira pode ser conceituado diferentemente, atendendo ao uso a que é destinado. Para as pessoas ligadas à produção agrícola, por exemplo, o solo é considerado como o meio em que as plantas se desenvolvem. Para as que o estudam, como uma disciplina independente, é compreendido como corpo natural, tridimensional, constituído de entidades diferenciadas e organizadas. Um conceito amplo como este, certamente, congrega grande diversidade de elementos. Tal diversidade é decorrente de vários fatores a interagirem no processo de formação dos solos. Estes fatores podem ser agrupados em: material de origem, relevo, clima, organismos vivos e tempo.

O material de origem dos solos constitui-se de rochas (consolidadas ou inconsolidadas), produtos de alteração destas rochas ou de solos transportados de outros locais.

A forma do relevo exerce importante papel na formação do solo, por permitir que a ação do clima sobre o material de origem se exerça em formas e intensidades diferentes. Em relevos planos, por exemplo, a quase totalidade da água caída infiltra-se, propiciando condições ideais para o aparecimento de solos bem desenvolvidos. Relevos muito movimentados favorecem a erosão hídrica e dificultam o desenvolvimento de solos profundos, provocando o aparecimento de solos litólicos. Finalmente, relevos deprimidos constituem-se em zonas de acúmulo de água (precipitação e deflúvio), o que ocasiona o aparecimento de solos hidromórficos.

Os elementos do clima desempenham papel decisivo nos processos pedogenéticos. A temperatura influi principalmente nos processos bioquímicos e hidrolíticos. Assim, estima-se que nas regiões tropicais, onde a temperatura média dos solos está ao redor de 30°C, as condições de intemperismo são cerca de três vezes superiores às das regiões temperadas, onde a temperatura média do solo é de 18°C, e nove vezes supe

riores às da região ártica, onde a temperatura média do solo é de cerca de  $10^{\circ}\text{C}$ . Deve-se lembrar ainda que grande parte das reações que ocorrem nos solos depende da existência de água. Além disso, os materiais solúveis, como calcário, por exemplo, são removidos pela água do material de origem. Por outro lado, a decomposição de minerais e de matéria orgânica é retardada pela ausência de água. As chuvas fornecem a água necessária para estas reações.

Não só o clima, mas também os organismos vivos participam ativamente do processo de formação e evolução dos solos. Assim, as plantas, além de fornecerem matéria orgânica, participam, através da ação química e física, dos processos pedogenéticos. Da mesma forma, os animais, como minhocas, insetos e outros, agem decisivamente na dinâmica dos solos pela atividade escavadora e pelo transporte de materiais através do perfil do solo. Merece especial destaque a ação que o homem exerce sobre os solos, alterando o regime hídrico pela irrigação ou drenagem, modificando a flora e fauna, transformando o relevo, ou introduzindo alterações de natureza física ou química.

O tempo, outro fator de pedogênese, deve ser entendido como o período que delimita a atuação dos demais fatores. Cabe fazer, entretanto, diferenciação entre idade absoluta e idade relativa de um solo. A primeira diz respeito ao número de anos decorridos para que o material de origem atingisse o estágio atual. Idade relativa significa o nível de maturidade alcançado pelo solo. Os solos maduros possuem horizontes bem desenvolvidos. Os solos jovens sofrem ainda modificações no seu processo pedogenético.

## 2. PERFIL DO SOLO

Tomando-se uma secção vertical de um solo, da superfície ao material de origem, nota-se a presença de camadas horizontais que, dependendo do tipo de solo, apresentam-se mais ou menos diferenciadas. A cada uma destas camadas dá-se o nome de horizonte e à secção vertical dá-se o nome de perfil. De uma maneira geral, pode-se dizer que

Os perfis são característicos dos solos e que refletem a sua gênese. Um perfil típico apresenta cinco camadas, designadas, da superfície para baixo, por horizonte O, A, B, C e R.

O horizonte O corresponde à camada orgânica dos solos minerais (mais de 20% de matéria orgânica para solos com textura média ou arenosa, ou mais de 30% para solos de textura argilosa).

O horizonte A é o superficial que sofreu um acúmulo de húmus e/ou perda de materiais por eluviação. Quando ocorre um enriquecimento de matéria orgânica, este horizonte apresenta uma coloração mais escura e, quando ocorrem perdas, a cor do horizonte A é mais clara que a do horizonte B e sua textura, mais grosseira.

O horizonte B é normalmente considerado o horizonte característico dos solos, uma vez que se localiza numa posição subsuperficial, estando menos sujeito a erosão e a modificações causadas pelo homem. Este horizonte é geralmente enriquecido com material recebido do horizonte A e apresenta uma máxima expressão de cor e estrutura.

O horizonte C constitui-se no material originário que sofreu poucas alterações pelo processo de formação do solo. Esta camada varia bastante em espessura, dependendo primordialmente do grau de intemperismo da rocha ou do material transportado que deu origem ao solo. O horizonte C fornece material para os horizontes superiores durante o processo de formação do solo.

O horizonte R representa a rocha ou material transportado sem sofrer intemperismo.

Os horizontes principais O, A, B e C podem ainda apresentar sub-horizontes, caracterizados por um algarismo arábico colocado à direita da letra maiúscula designativa do horizonte. As definições destes sub-horizontes são dadas abaixo:

<u>Símbolo</u>	<u>Definição</u>
O1	Detritos orgânicos não decompostos.
O2	Detritos orgânicos decompostos ou em decomposição.
A1	Horizonte mineral adjacente à superfície, com acúmulo de matéria orgânica intimamente associada à fração mineral.

- A2 Horizonte de cor geralmente mais clara que o A1 devido à perda de matéria orgânica, argila, ferro ou alumínio.
- A3 Horizonte de transição entre A e B, dominado, porém, pelas características do A1 ou A2.
- B1 Horizonte de transição entre A e B, dominado, porém, pelas características do horizonte B2.
- B2 Parte do horizonte B, que concentra as propriedades do mesmo horizonte. Geralmente apresenta acúmulos de argila, óxidos e/ou húmus. Possui estrutura em blocos ou prismática.
- B3 Sub-horizonte de transição para C ou R, porém, mais próximo ao B do que ao C ou R.

Quando o solo for desenvolvido a partir de dois materiais originários diferentes, em descontinuidade, usam-se para designá-los algarismos romanos colocados à esquerda da letra designativa do horizonte. Ex.: II B2, III C, etc...

Quando aparecer um algarismo arábico à direita de C, este indica apenas seqüência vertical do horizonte C.

São ainda usados outros símbolos para designar aspectos de importância nos horizontes. Estes símbolos consistem numa letra minúscula colocada à direita do algarismo arábico. Os principais são:

- b - horizonte enterrado;
- ca - acúmulo de  $\text{CaCO}_3$ ;
- cs - acúmulo de  $\text{CaSO}_4$ ;
- cn - acúmulo de concreções;
- g - gleização forte;
- h - acúmulo de húmus por iluviação;
- ir - acúmulo de ferro por iluviação;
- m - forte cimentação;
- p - distúrbio provocado por aração ou outras formas de perturbações do solo;
- sa - acumulação de sais mais solúveis que sulfato de cálcio;
- si - cimentação por silício;
- t - acumulação de argila por iluviação;
- x - presença de características de fragipan.

### 3. CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DOS SOLOS

A morfologia do solo compreende as propriedades observadas ou sentidas diretamente. Os principais aspectos morfológicos, normalmente caracterizados quando um solo está sendo descrito, são:

#### 3.1. Profundidade, espessura e distribuição dos horizontes

O primeiro passo na análise de um perfil é a separação dos diferentes horizontes e a determinação de sua espessura. A determinação da profundidade é feita a partir do horizonte A<sub>1</sub> ou A<sub>p</sub>, para baixo, no caso dos horizontes minerais, e para cima, no caso dos horizontes orgânicos.

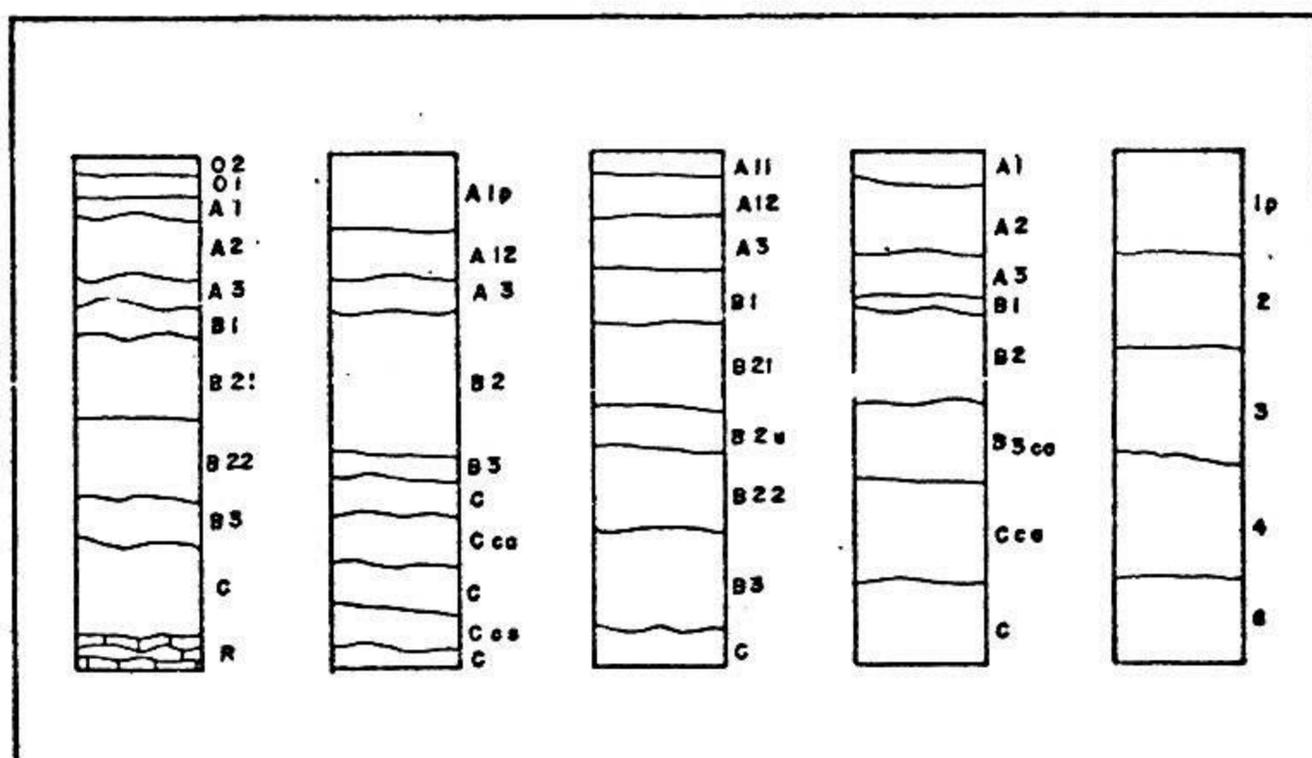


Fig. 1. Perfis hipotéticos de solos, indicando a distribuição dos horizontes.- Adaptado do Soil Survey Manual (Estados Unidos, 1951).

#### 3.2. Transição entre os horizontes

Este aspecto diz respeito ao contraste e às características da linha de separação entre os dois horizontes.

Quanto ao contraste entre os horizontes, as transições são classificadas em:

- a) Abrupta - ocorrida em menos de 2,5 cm;
- b) Clara - ocorrida entre 2,5 e 7,5 cm;
- c) Gradual - ocorrida entre 7,5 e 12,5 cm;
- d) Difusa - ocorrida em mais de 12,5 cm.

Quanto à topografia, a faixa de transição pode ser classificada em:

- a) Plana - limites praticamente planos;
- b) Ondulada - as dimensões horizontais da faixa de transição são superiores às verticais;
- c) Irregular - as dimensões verticais são superiores às horizontais;
- d) Quebrada - as partes do horizonte não estão em conexão.

### 3.3. Cor

A cor varia consideravelmente entre solos, mesmo entre horizontes de um mesmo solo. Algumas das cores mais comuns são: preto, vermelho, amarelo, bruno, cinza e branco. Dependendo da combinação destas cores, um grande número de tonalidades pode ser obtido.

A determinação da cor do solo é feita por comparação de uma amostra com os padrões de cores do "Munsell Soil Color Charts". A cada padrão de cor corresponde um dado matiz, valor e croma. Assim podemos ter, por exemplo, um solo cuja cor é dada por 2,5 YR 4/3, que corresponde a um matiz de 2,5 YR, valor 4 e croma 3. O matiz refere-se ao espectro de cores e varia (na tabela de Munsell) do amarelo (Y) ao vermelho (R). O valor diz respeito ao grau de cinza ou intensidade de luz da cor. Varia do preto absoluto (zero) ao branco (10). O croma refere-se ao grau de saturação da cor.

### 3.4. Textura

A textura do solo indica a proporção de areia, silte e argila contida na fração mineral do solo. São onze as classes texturais normalmente consideradas: areia, areia franca; franco-arenosa, franca, franco-siltosa, silte, franco-argilo-arenosa, franco-argilosa, franco-argilo-siltosa, argilo-arenosa e argila. Para a determinação destas classes texturais, usa-se o gráfico abaixo:

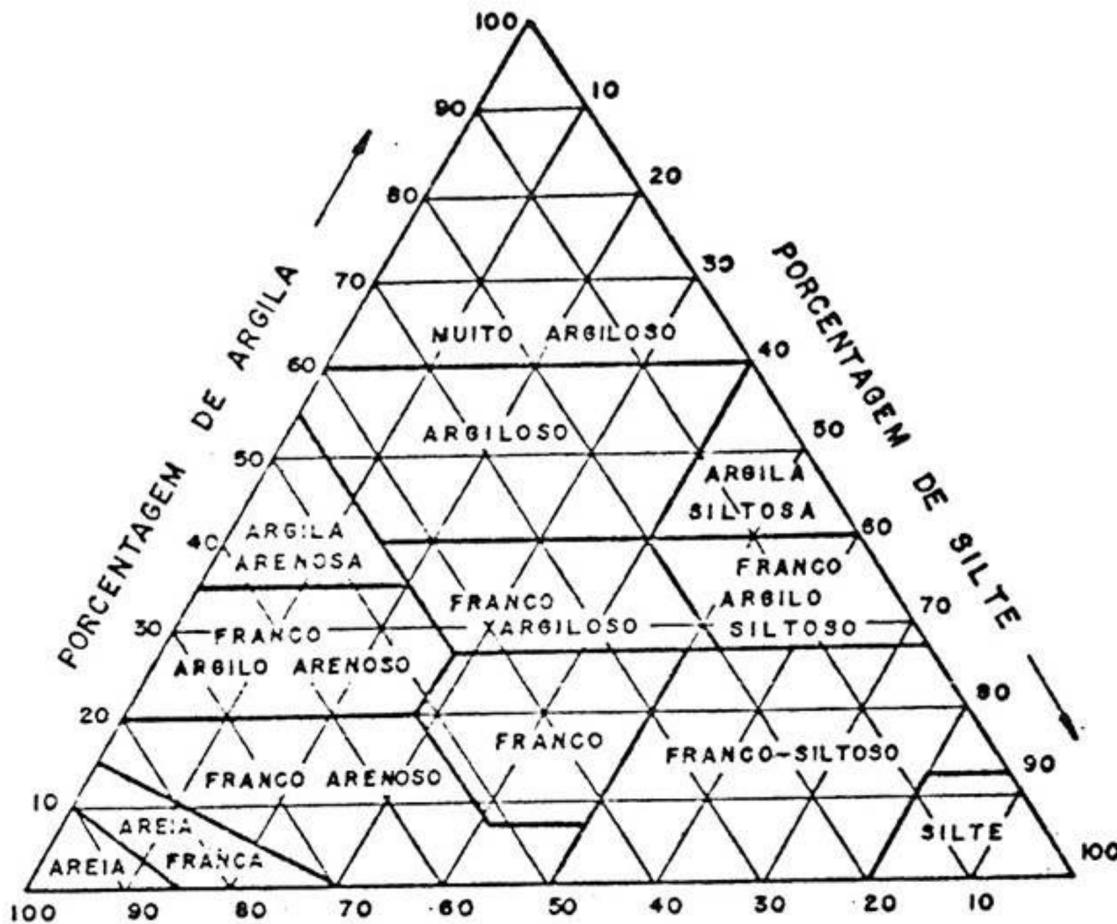


Fig. 2. Componentes de classe de textura. Adaptado do Soil Survey Manual (Estados Unidos, 1951).

### 3.5. Estrutura

A maior parte das partículas do solo não se apresenta como grãos individualizados, mas sim, como agregados. A forma pela qual os grãos e agregados estão organizados na massa do solo recebe o nome de estrutura. Para melhor descrever a estrutura dos solos no campo, costuma-se classificá-los quanto à forma (tipo), tamanho (classe) e quanto à coesão nos agregados e entre eles (grau).

Quanto a forma (tipo), a estrutura pode ser:

- 1) laminar;
- 2) prismática;
- 3) blocos - angulares e subangulares;
- 4) esferoidal.

Quanto ao tamanho (classe), a classificação depende do tipo de estrutura, conforme indica o Quadro 1.

QUADRO 1. Classificação da estrutura do solo.

Classe	Tipo de Estrutura			
	Laminar	Prismática	Blocos	Granular
	mm			
Muito pequena	< 1	< 10	1-5	< 1
Pequena	1-2	10-20	5-10	1-2
Média	2-5	20-50	10-20	2-5
Grossa	5-10	50-100	20-50	5-10
Muito grossa	> 10	> 100	> 50	> 10

Quanto à coesão (grau) a estrutura se classifica em sem estrutura, quando não ocorre agregação alguma entre as partículas, e com estrutura, quando ocorrem agregados mais ou menos distintos. Uma subdivisão mais detalhada é ainda possível:

a) Sem estrutura

a.1. grãos simples - quando as partículas individuais ocorrem soltas;

a.2. maciça - quando as partículas individuais ocorrem reunidas formando uma massa.

b) Com estrutura

b.1. fraca - quando os agregados, ao serem manuseados, dividem-se facilmente em unidades estruturais menores;

b.2. moderada - as unidades estruturais são bem formadas, moderadamente resistentes, não muito distintas;

b.3. forte - os agregados são resistentes, bem distintos e aderem fortemente uns aos outros.

3.6. Porosidade

A porosidade diz respeito ao volume do solo ocupado pelo ar e pela água. Quando se descreve um perfil no campo, procura-se avaliar a macroporosidade, descrevendo-se os poros visíveis quanto ao tamanho e quantidade.

Quanto ao tamanho dos poros:

- 1) sem poros visíveis;
- 2) muito pequenos - < 1 mm de diâmetro;
- 3) pequenos - 1 a 2 mm de diâmetro;
- 4) médios - 2 a 5 mm de diâmetro;
- 5) grandes - 5 a 10 mm de diâmetro;
- 6) muito grandes - > 10 mm de diâmetro.

Quanto à quantidade de poros:

- 1) poucos poros;
- 2) poros comuns;
- 3) muitos poros.

### 3.7. Cerosidade

A cerosidade corresponde ao aspecto ceroso e brilhante que pode ter a superfície das unidades estruturais. Geralmente ocorre nos solos com horizonte B textural (Bt), como resultado da migração das argilas do horizonte A. Na análise dos perfis a cerosidade é caracterizada quanto ao grau de desenvolvimento e quanto à quantidade. O grau de desenvolvimento refere-se à nitidez e ao contraste que distinguem a cerosidade da matriz, sobre a qual se apresenta. Usam-se os termos fraca, moderada e forte para qualificar o grau de desenvolvimento. Quanto à quantidade, usam-se os termos pouca, comum e abundante.

### 3.8. Consistência

A consistência do solo refere-se às propriedades físicas de coesão entre as partículas e de adesão a corpos estranhos, em condições diversas de umidade. Normalmente determina-se a consistência do solo quando seco, úmido e molhado.

Quando seco, a consistência do solo é classificada em:

- 1) solta - quando não existe qualquer coesão; praticamente é impossível segurar um torrão entre o polegar e o indicador;
- 2) macia - quando o torrão quebra-se entre os dedos, em material pulverizado ou em grãos individuais, sob pressão muito leve;

- 3) ligeiramente dura - quando o torrão é fracamente resistente à pressão; pode ser facilmente quebrado por pressão entre o polegar e o indicador;
- 4) dura - quando o torrão é moderadamente resistente à pressão; pode ser quebrado nas mãos sem dificuldade, mas é dificilmente quebrável entre o polegar e o indicador;
- 5) muito dura - quando o torrão é muito resistente à pressão; pode ser quebrado nas mãos com dificuldade. Não pode ser quebrado com os dedos;
- 6) extremamente dura - quando o torrão é extremamente resistente à pressão; não pode ser quebrado nas mãos.

Quando úmido é classificado em:

- 1) solto - sem coerência;
- 2) muito friável - o material do solo esboroa-se sob pressão muito pequena, mas agrega-se quando pressionado novamente;
- 3) friável - o material do solo esboroa-se facilmente sob pressão pequena a moderada entre o indicador e o polegar, mas agrega-se quando pressionado;
- 4) firme - o material do solo esboroa-se, quando sob pressão moderada entre o indicador e o polegar;
- 5) muito firme - o material do solo esboroa-se apenas quando sob forte pressão;
- 6) extremamente firme - o material do solo esboroa-se somente sob pressão muito forte; não pode ser esmagado entre o indicador e o polegar.

Quando molhado (teor de umidade igual ou ligeiramente superior à capacidade de campo), a consistência do solo é classificada quanto à plasticidade e pegajosidade.

A plasticidade diz respeito à propriedade que alguns materiais têm de mudar de forma e mantê-la, quando sobre eles são aplicadas forças deformadoras. Os solos, quanto à plasticidade, são classificados em:

- 1) não plástico;
- 2) ligeiramente plástico;
- 3) plástico;
- 4) muito plástico.

A pegajosidade diz respeito ao poder de adesão do solo, quando molhado. O teste de pegajosidade é feito apertando-se o material do solo, depois de umedecido, entre o indicador e o polegar e verificando-se a sua aderência nos dedos. Os graus de pegajosidade são classificados em:

- 1) não pegajoso;
- 2) ligeiramente pegajoso;
- 3) pegajoso;
- 4) muito pegajoso.

#### 44. CARACTERIZAÇÃO ANALÍTICA DOS SOLOS

Uma vez completada a análise morfológica do perfil do solo, são coletadas amostras dos diferentes horizontes para as análises químicas, físicas e mineralógicas, que ajudarão na sua classificação.

As análises físicas são realizadas com o objetivo principal de determinar a granulometria dos horizontes. Dessa forma a textura avaliada no campo pode ser comprovada. Além disso são feitas também determinações do teor de argila dispersa em água, a fim de caracterizar o seu nível de agregação.

As análises químicas objetivam dar informações quantitativas sobre a fertilidade natural do solo e oferecer subsídios para análise do grau de intemperismo do solo. Os valores de pH, Ca, Mg, K, Na, Al, H, P, C e N, comumente apresentados nos relatórios, quando comparados com os teores considerados críticos (Quadro 2), oferecem informações importantes para a avaliação da fertilidade natural dos solos. A capacidade de troca de cátions (T), dada pela soma  $Ca + Mg + K + Na + H + Al$ , oferece uma idéia sobre o potencial de reserva de nutrientes de carga positiva, oferecido pelo solo, enquanto que a soma de bases S, dado pela soma de  $Ca + Mg + K + Na$ , indica a disponibilidade de cátions utilizáveis pelas plantas. A saturação de bases (V %), dada pela relação  $100 S/T$ , indica a proporção dos cátions utilizáveis pelas plantas, em relação ao total de cátions existentes no solo.

São também efetuadas determinações de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Ki}(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$  e  $\text{Kr}(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)$ .

QUADRO 2. Padrões de fertilidade dos solos

Características químicas	Classificação				
	Muito alto	Alto	Médio	Baixo	Muito baixo
Matéria orgânica (%)	>3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	1,5-0,5	< 0,5
Ca + Mg troc. (meq/100cc)	> 5	5-4	4-3	3-2	< 2
K Sol. (meq/100cc)	>200	200-100	100-60	60-30	< 30
Al. troc. (meq/100cc)	>4,0	4,0-1,5	1,5-0,3	< 0,3	-
CTC (meq/100cc)	> 8	8-6	6-4	4-2	< 2
Saturação de Al (%)	> 80	80-50	50-30	< 30	-
P sol. (ppm) textura média	> 30	30-15	15-7	7-3	< 3
P sol. (ppm) textura argil.	> 12	12-9	9-6	6-2	< 2
Soma de bases (meq/100cc)	> 6	6-3	3-1,5	1,5-0,5	< 0,5
Saturação de base (%)	> 30	30-50	50-35	35-15	< 15

O índice Ki é particularmente importante para se estimar o grau de evolução do solo, bem como o tipo de alteração a que foi submetido.

O índice Kr, assim como o Ki, pode ser utilizado para caracterizar o grau de intemperismo das argilas e é particularmente informativo a respeito dos solos ricos em óxidos de ferro. Solos com Kr > 2 possuem geralmente argilas do tipo 2:1, mais comuns nas regiões áridas, semi-áridas ou sub-úmidas, enquanto que solos com Kr < 2 são próprios de climas tropicais e úmidos

A relação silte/argila é igualmente útil para identificar o grau de intemperismo dos solos. Quando assume valores baixos, indica solos altamente intemperizados.

## 5. CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

### 5.1. Classificação popular

a. Terra de Cultura - refere-se a solos sob cobertura de Florestas Subcaducifólia, argilosos, bem estruturados e de boa fertilidade. São normalmente de relevo ondulado a fortemente ondulado, sendo cultivados em sistemas primitivos (A) ou subdesenvolvidos (B). As espécies vegetais indicadoras destas terras são bacuri e guariroba ("terra de bacuri").

b. Terra de Meia Cultura - refere-se a solos sob cobertura de floresta caducifólia, normalmente com horizonte B latossólico. Embora sejam de razoável fertilidade, as lavouras se ressentem da pequena disponibilidade de água em caso de veranicos. As condições de relevo favorecem a utilização de mecanização nas diversas fases do cultivo. São também designados em algumas regiões por "terras de mata seca" (regiões de calcário).

c. Terra de Cerradão, de Cerrado ou de Campo - refere-se a áreas sob cobertura vegetal de Cerradão, de Cerrado ou de Campo, onde podem ocorrer distintas classes de solos. Trata-se normalmente de solos com generalizada carência de nutrientes, normalmente ácidos, mas que permitem uso intensivo de mecanização.

d. Terra de Várzea - refere-se a todos os solos situados ao longo dos cursos d'água ou áreas deprimidas, mal drenadas, sob vegetação de Mata ou Campo Higrófilo. Estas áreas só são aproveitadas intensamente com implantação de sistemas de drenagem, uma vez que são periodicamente inundadas. Na época seca são usadas como pastagem natural ("refrigelo").

### 5.2. Classificação Brasileira

#### 5.2.1. Antecedentes

Os estudos de solos no Brasil são relativamente recentes (os trabalhos pioneiros foram elaborados na década de 50), empregando-se então a classificação americana de 1938. Com a continuação sistemática dos levantamentos de solos (Comissão de Solos do CNEPA), tornou-

-se notória a inadequabilidade da classificação americana de 38 e, posteriormente, da "7th approximation" (EUA, 1960, 1975), principalmente quanto aos oxisolos.

O primeiro esquema de classificação para solos brasileiros foi elaborado por Bennema e Camargo em 1964 (Bennema et alii, 1964). Afora este trabalho, os boletins do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos - EMBRAPA, ou outras instituições que executam levantamentos de solos no Brasil, oferecem as conceituações das classes de solos em uso no País. No entanto, atendendo aos constantes reclames dos cientistas de solos, por ocasião de congressos e reuniões técnicas, o SNLCS está elaborando o "Sistema Nacional de Classificação de Solos".

Cabe ressaltar a tentativa de estruturação de uma classificação de solos para o Brasil formulada por Lemos, R.C. & Marques, A.S. M. no XVII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo - Manaus (AM), sob o título de "Contribuição para um sistema de classificação dos solos para o Brasil".

#### 5.2.2. Critérios adotados para a classificação de solos no Brasil

##### 5.2.2.1. Categoria superior

Na categoria de maior generalização "a subdivisão das classes de solos em níveis categóricos mais baixos e sempre que apropriados, foram considerados" (EMBRAPA, 1978):

a. Solos com horizonte B latossólico, não hidromórfico, com uma concentração relativa de óxidos de ferro e alumínio, argilas pouco ativas e virtual ausência de minerais primários, facilmente intemperizáveis (Bennema et alii, 1964; Lemos et alii, 1960). Corresponde ao "oxic horizon" da Classificação Americana (Estados Unidos, 1975).

Estes solos satisfazem às seguintes características (Coiás, 1977):

- teor de argila superior a 15%;
- alto grau de estabilidade dos agregados;

- baixo teor de argila dispersa em água;
- CTC inferior a 13 mE/100g, após correção para carbono;
- fração argila constituída, predominantemente, por argilo-minerais 1:1, óxidos (ferro e/ou alumínio) e materiais amorfos;
- transição difusa ou gradual entre os horizontes;
- baixo gradiente textural entre os horizontes B e A;
- baixo conteúdo de minerais primários menos resistentes ao intemperismo;
- baixa relação silte/argila, K<sub>i</sub> e K<sub>r</sub>.

b. Solos com horizonte B textural, não hidromórfico, correspondente ao "argilic horizon" (Estados Unidos, 1975), com um acúmulo de argila iluvial, evidenciado pela presença de cerosidade (Bennema et alii, 1964).

Nesta categoria situam-se solos que satisfazem às seguintes características (Goiás, 1977):

- teor de argila superior a 15%;
- espessura do horizonte B igual ou superior a 1/10 da espessura da soma dos horizontes superiores, bem como igual ou superior a 15cm, se a espessura da soma dos horizontes A e B for superior a 150 mm;
- relação textural B/A maior que 1,2, se o horizonte superficial tem mais de 15 e menos de 40% de argila total; se tiver mais de 40% de argila, o horizonte B deve contar ao menos com 8% a mais de argila;
- estrutura em blocos angulares ou subangulares, bem como prismática, moderada a fortemente desenvolvida; nos solos com estrutura maciça, deve haver pontes de argila orientadas entre os grãos de areia e dentro de alguns poros;
- presença de cerosidade ou película de material coloidal envolvendo os agregados estruturais.

c. Solos com horizonte B incipiente, câmbico, não hidromórfico, correspondente ao "cambic horizon" (Estados Unidos, 1975). Diferenciam-se dos solos com horizonte B textural por não apresentarem acúmulo de argila iluvial e, dos solos com horizonte B latossólico pela presença de minerais facilmente intemperizáveis.

Esta categoria compreende solos que apresentam as seguintes características no horizonte B (Goiás, 1977):

- teor de argila superior a 15%;
- mais de 20% de fração silte na composição granulométrica;
- formação de estrutura no solo, embora não se observe cerosidade;
- presença de minerais primários menos resistentes ao intemperismo.

d. Solos hidromórficos, cuja evolução é essencialmente caracterizada pelo efeito da saturação com água, permanente ou temporãria, o que se reflete no seu perfil através de (Lemos et alii, 1979):

- acumulação de matéria orgânica na camada superficial;
- presença de cores cinzentas que indicam redução;
- mosqueado devido a segregação de ferro;
- concreções de ferro e/ou manganês.

e. Solos pouco desenvolvidos, não apresentam, além do horizonte A, desenvolvimento de horizontes diagnósticos, característicos de outras ordens (Lemos et alii, 1979). A seqüência de horizontes AC, AR, ou camadas estratificadas sem relacionamento pedogenético, caracteriza o pequeno desenvolvimento do perfil, evidenciando solos jovens. São normalmente desenvolvidos em superfícies geomórficas recentes, em que a erosão é muito ativa, e em regiões de planícies aluviais, onde os materiais erodidos recentemente podem ser depositados, ou em velhas superfícies geomórficas, onde o material de origem é muito resistente ao intemperismo, como o quartzo.

O pouco desenvolvimento do perfil pode ser ocasionado pelos seguintes fatores, atuando isoladamente ou em combinações (Goiás, 1977):

- composição mineralógica do material de origem;
- relevo muito movimentado, favorecendo os processos erosivos e retardando a ação do intemperismo;
- material de deposição recente e periodicamente recoberto por novas deposições.

#### 5.2.2.2. Categorias inferiores

##### a. Horizontes superficiais diagnósticos

##### 1. Horizonte A chernozêmico

Horizonte A espesso, escuro, predominantemente saturado com cátions bivalentes, similar ao "mollic epipedon" (Estados Unidos, 1975), que apresentam as seguintes características nos primeiros 18 cm:

- estrutura suficientemente desenvolvida para que o horizonte não seja simultaneamente maciço e duro quando seco;
- cor: croma inferior a 3,5 e valor igual ou mais escuro que 3,5, quando úmido, e 5,5, quando seco;
- carbono orgânico > 2,5% nos primeiros 18 cm e pelo menos 0,6% no restante do horizonte A;
- saturação de bases (V%) > 50%;
- $P_2O_5$  assimiláveis < 250 ppm;
- espessura  $\geq$  18 cm e > 1/3 da espessura do solo, se este tiver menos de 75 cm, ou > 25 cm, se o solo tiver mais que 75 cm.

##### 2. Horizonte A proeminente

Similar ao "umbric epipedon" (Estados Unidos, 1975) e diferente do horizonte A Chernozêmico pelo seguinte aspecto:

- saturação de bases (V%) < 50%.

##### 3. Horizonte A fraco

Corresponde aos segmentos menos desenvolvidos do "ochric epipedon" (Estados Unidos, 1975), com as seguintes características:

- carbono orgânico < 0,58%;
- cor: clara, com valores, quando úmido, superiores a 5;
- estrutura fracamente desenvolvida ou sem estrutura.

##### 4. Horizonte A turfoso

Camada na superfície ou próximo dela, com alto teor de matéria orgânica, que permaneça saturada com água por 30 dias consecutivos, ou mais, em alguma época do ano, e que tenha:

- a. espessura maior que 20 cm e menor que 60 cm, se 75% do seu volume é constituído por fibras e sua densidade aparente, quando úmido, é menor do que 1,0;

b. teor de carbono orgânico;

para solos não arados

- 18%, se a fração mineral for textura argilosa;
- 12%, se a fração mineral for textura média ou arenosa;

para solos arados

- 16% para solos de textura argilosa;
- 8% para solos de textura média ou arenosa.

5. Horizonte A moderado

Não satisfaz às exigências para ser classificado como A cher nozêmico, fraco, proeminente ou turfoso, corresponde ao segmento mais desenvolvido do "ochric epipedon" (Estados Unidos, 1975).

b. Saturação com alumínio

Usa-se o termo ÁLICO para caracterizar solos que apresentem saturação com alumínio ( $100 \text{ Al}^{+++}/\text{S} + \text{Al}^{+++}$ ) igual ou superior a 50%.

c. Saturação de bases

Empregam-se as especificações EUTRÓFICO para caracterizar solos com saturação de bases ( $V = 100 \text{ S}/\text{T}$ ) igual ou superior a 50% e, DISTRÓFICO, quando a saturação de bases for menor que 50%. A terminologia EQUIVALENTE EUTRÓFICO é empregada para designar variações de solos tidos como distróficos por definição. Ex.: Podzólico Vermelho-Amarelo equivalente eutrófico.

d. Atividade de argila

Emprega-se a terminologia "argila de atividade alta", quando a capacidade de troca de cátions "T" ( $\text{S} + \text{Al}^{+++} + \text{H}^+$ ) for maior ou igual a 24 mE para 100g de argila, após correção para carbono ( $\text{C} \times 4,5 - \text{T} \times \% \text{ argila}$ ). Caso o valor "T" seja menor que 24 mE para 100g de argila, emprega-se a notação "argila de atividade baixa".

e. Mudança textural

Emprega-se o termo ABRÚPTICO para caracterizar solos que têm grande aumento de argila em pequeno intervalo na zona limítrofe do horizonte A. Este conceito é correspondente ao "abrupt textural change" (Estados Unidos, 1975).

f. Caráter solódico

Este termo especifica distinção de saturação com sódio ( $100 \text{ Na}^+/\text{T}$ ) entre 6 e 15% no horizonte B ou C.

g. Caráter salino

Característica que indica presença de sais solúveis, expressa por condutividade elétrica do extrato de saturação maior ou igual a 4 mmhos/cm, a  $25^{\circ}\text{C}$ .

h. Caráter plíntico

Utilizado para indicar presença de plintita até 150 cm de profundidade do perfil.

i. Duripan

Refere-se à presença de horizonte consolidado, a tal ponto que um fragmento seco não abraque após prolongada embebição com água ou HCl.

j. Fragipan

Refere-se à presença de horizonte de baixo conteúdo de matéria orgânica, com aparente cimentação, mas que, úmido possui moderada ou fraca fragibilidade.

k. Grupamentos de classes de textura

- textura arenosa - areia e areia franca;
- textura média - menos que 35% de argila e mais que 15% de areia, excluindo as classes areia e areia franca;
- textura siltosa - menos de 35% de argila e menos que 15% de areia;
- textura argilosa - de 35 a 60% de argila;
- textura muito argilosa - mais de 60% de argila.

5.2.3. Separação em fases

a. Rochosidade e pedregosidade - qualifica áreas em que a presença superficial ou subsuperficial de quantidades expressivas de afloramentos, de matacões ou calhaus impede o uso de implementos agrícolas.

b. Vegetação - empregado para assinalar distinção de condições de cobertura natural em solos, que podem ser similares em morfologia, propriedades químicas, físicas, ou constituição mineralógica.

c. Relevo - distinções de relevo são empregadas para prover informações sobre a praticabilidade do emprego de mecanização e recomendações de práticas conservacionistas. Pode ser:

- plano - 0 a 3%;
- suave ondulado - 3 a 8%;
- ondulado - 8 a 20%;
- forte ondulado - 20 a 40%;
- montanhoso - 40 a 70%;
- escarpado - maior que 70%.

d. Substrato - caracteriza o material sobre o qual foi desenvolvido o solo.

### 5.3. Características diferenciais entre as principais classes de solos da região dos Cerrados

Solos com horizonte B latossólico (vide item 5.2.2.1-a)

#### Latossolo Amarelo (LA)

- coloração amarelada (matiz típica 10YR);
- teores muito baixos de óxidos de ferro;
- predominância de goethita.

#### Latossolo Vermelho-Escuro (LE)

- coloração avermelhada (matiz típica 2,5YR);
- teores de óxido de ferro entre 9 a 18%;
- presença de hematita e goethita.

#### Latossolo Vermelho-Amarelo (LV)

- coloração vermelho-amarelada (matiz típica 5YR ou 7,5YR);
- teores de óxido de ferro inferiores a 9%;
- presença de goethita e hematita com predominância da primeira.

Latossolo Roxo (LR)

- coloração vermelho-escura (matiz típica 10R);
- teores de óxido de ferro maiores que 18%;
- predominância de hematita;
- ocorrência de limalha de ferro no material carregado por enxurrada.

b. Solos com horizonte B textural (vide item 5.2.2.1.-b)Podzólico Vermelho-Amarelo (PV)

- presença de  $A_2$ ;
- coloração amarelada (matiz 5YR ou 7,5YR).

Terra Roxa Estruturada (TR)

- ausência de  $A_2$ ;
- coloração avermelhada (matiz típica 10YR ou 2,5YR);
- perfis profundos (maiores que 2,0 m);
- altos teores de óxido de ferro.

Brunizem Avermelhado (BV)

- nítida diferenciação entre os horizontes;
- horizonte A chernozêmico;
- medianamente profundos (menores que 2,0 m).

c. Solos com horizonte B câmbico (vide item 5.2.2.1 - c)Cambissolo (C)

- mais de 20% de silte na composição granulométrica;
- pequena espessura do horizonte B;
- sem gradiente textural do A para o B;
- presença de minerais primários facilmente decomponíveis.

## d. Solos hidromórficos (vide item 5.2.2.1 - c)

Gley Húmico (HG)

- perfil com seqüência de horizontes AC;
- cores acinzentadas no horizonte C;
- cores escura no horizonte A;
- teor de matéria orgânica superior a 4% no horizonte A.

Gley Pouco Húmico (HGP)

- distingue-se do Gley Húmico pela presença de teores inferiores a 4% de matéria orgânica no horizonte A.

Laterita Hidromórfica (HL)

- horizonte A<sub>2</sub> em formação;
- presença de plintita e concreções no topo do horizonte B<sub>1</sub>;
- desenvolvimento condicionado à oscilação do lençol freático.

Solo Orgânico (HO)

- presença de horizonte hístico;
- presença de matéria orgânica não inteiramente decomposta ("peat");
- teores de carbono acima de 12%.

## d. Solos pouco desenvolvidos (vide item 5.2.2.1 - e)

Areias Quartzosas (AQ)

- menos de 15% de argila;
- seqüência de horizonte AC;
- profundos;
- coloração variada.

Solo Aluvial (A)

- horizonte A, seguido de camadas sem relação pedogenética;
- proveniente de depósitos recentes;
- composição granulométrica variável nas camadas subjacentes ao horizonte A.

Solos Litólicos (R)

- seqüência de horizontes AC ou AR;
- contato lítico ou paralítico menos de 70 cm;
- situam-se normalmente em áreas de relevo acidentado.

5.4. Classes e abreviaturas dos principais solos da região dos Cerrados

LR	- Latossolo Roxo
LE	- Latossolo Vermelho-Escuro
LV	- Latossolo Vermelho-Amarelo
LA	- Latossolo Amarelo
PE	- Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico
PV	- Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico
TR	- Terra Roxa Estruturada
TS	- Terra Roxa Estruturada Similar
BV	- Brunizem Avermelhado
C	- Cambissolo
HL	- Latерita Hidromórfica
HG	- Gley Húmico
HGP	- Gley Pouco Húmico
HAQ	- Areias Quartzosas Hidromórficas
H	- Solos Hidromórficos
A	- Solos Aluviais
R	- Solos Litólicos
HO	- Solos Orgânicos
AQ	- Areias Quartzosas

5.4.1. Observações complementares

a. Para separar solos Eutróficos dos Distróficos acrescentam-se, respectivamente, "e" e "d" à direita da abreviatura da classe de solo. São exceções os Podzólicos Vermelho-Amarelo Eutróficos e Distróficos, para os quais existem os símbolos PE e PV, respectivamente. As terras Roxas (TR e TS) e o Brunizem Avermelhado são sempre Eutróficos, não havendo por isso necessidade de utilizar o indicativo "e". Ex: LEE, LEd, PE, PV.

b. Quando se tratar de solos que apresentam, em profundidade, transição para classe diferente da definida para os horizontes superficiais, acrescenta-se a simbologia correspondente. Ex: TSP -

TERRA ROXA ESTRUTURADA SIMILAR podzólica; PVL - PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO latossólico.

c. Tipos de terrenos, como os afloramentos de rochas, recebem a simbologia AR.

d. Variações dentro de uma mesma classe quanto a textura, vegetação, relevo, dentre outras, são separadas na simbologia por algarismos arábicos e indicadas na definição das classes com letras minúsculas. Ex: LAd1 - LATOSSOLO AMARELO distrófico A, moderado, textura argilosa, fase vegetação Cerradão, relevo plano; LAd2 - LATOSSOLO AMARELO distrófico A, fraco, textura média, fase vegetação Cerrado, relevo ondulado.

## 6. MAPEAMENTO

O mapeamento consiste na representação das unidades identificadas no campo, de modo a mostrar sua distribuição geográfica. São seguintes os níveis de mapeamento de solos:

### a. Esquemático

- escala 1:1.000.000 ou inferior;
- unidades - associações de classes de solos;
- objetivo - informação generalizada sobre distribuição dos solos em grandes regiões;
- área mínima mapeável - 40 km<sup>2</sup>.

### b. Exploratório

- escala 1:750.000 a 1:2.500.000;
- unidades - associações e subdivisões de classes de solos;
- objetivo - avaliação qualitativa de recursos de solos de regiões;
- área mínima mapeável - 22,5 a 250 km<sup>2</sup>.

### c. Reconhecimento (baixa intensidade)

- escala - 1:500.000 a 1:750.000;
- unidades - unidades simples e associações de subdivisões de classes;

- objetivo - estimativa de recursos potenciais do solo para planejamento em grandes áreas;
  - área mínima mapeável - 10 a 22,5 km<sup>2</sup>.
- d. Reconhecimento (média intensidade)
- escala - 1:250.000 a 1:500.000;
  - unidades - unidades simples e associações de subdivisões de classes de solos;
  - objetivo - avaliação qualitativa e quantitativa aproximada dos recursos do solo, visando a elaboração de projetos de desenvolvimento agrícola;
  - área mínima mapeável - 2,5 a 10 km<sup>2</sup>.
- e. Reconhecimento (alta intensidade)
- escala - 1:100.000 a 1:250.000;
  - unidades - unidades simples e associações de subdivisões de classes de solos;
  - objetivo - avaliação qualitativa e quantitativa razoavelmente precisa de recursos de solos em áreas prioritárias para desenvolvimento agrícola;
  - área mínima mapeável - 0,4 a 2,5 km<sup>2</sup>.
- f. Semidetalhado
- escala - 1:25.000 a 1:100.000;
  - unidades - unidades simples e associações de classes de solos bastante homogêneas;
  - objetivo - provimento de bases para seleção de áreas com maior potencial de uso intensivo e para identificação de problemas localizados nos planejamentos de uso e conservação dos solos;
  - área mínima mapeável - 2,5 a 40 ha.
- g. Detalhado
- escala - 1:10.000 a 1:25.000;
  - unidades - unidades simples e associações de séries ou fases de séries;

- objetivo - provimento de bases geradas para mostrar diferenças significativas de solos em projetos conservacionistas, áreas experimentais, irrigação, práticas de manejo em uso intensivo e engenharia civil;
- área mínima mapeável - 0,4 a 2,5 ha.

#### h. Ultradetalhado

- escala - maior que 1:10.000;
- unidades - unidades simples constituídas por fases de séries;
- objetivo - localização de áreas para exploração intensiva de pequenas dimensões, como parcelas experimentais, áreas residenciais, ou sistemas sofisticados de agricultura;
- área mínima mapeável - maior que 0,4 ha.

### 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENNEMA, J. & CAMARGO, M.N. Segundo esboço parcial de classificação de solos brasileiros. Rio de Janeiro, DPFS, 1964.
- BRASIL. Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, 1960. (Boletim Técnico, 12).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal. Rio de Janeiro, 1978. (Boletim Técnico, 53).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. Símula da X reunião técnica de levantamento de solo. Rio de Janeiro, 1979. (Série Miscelânea, 1).
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Conservation Service. Soil survey manual. Washington, USDA, 1951. (Handbook, 18).

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Conservation Service. Soil taxonomy; a basic system of soil classification for making and interpreting soil survey. Washington, USDA, 1960. 1975. (Agriculture Handbook, 436).

GOIÁS. Secretaria da Agricultura. Levantamento de reconhecimento dos solos da microrregião do Mato Grosso Goiano. Goiânia, 1977. 2v.

LEMOS, R.C. & MARQUES, A.S.M. Contribuição para um sistema de classificações de solos para o Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 17, Manaus, AM, 1979. Resumos. Manaus, SBCS, 1979. p.88.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Campinas, SP. Manual de método de trabalho de campo. Rio de Janeiro, 1973.