

SOLO: SUBSTRATO DA VIDA



Editor Técnico
José Francisco Bezerra

Embrapa

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

SOLO: SUBSTRATO DA VIDA

Editor Técnico
José Francisco Bezerra Mendonça

**Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Brasília, DF
2006**

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Serviço de Atendimento ao Cidadão

Parque Estação Biológica, Av. W/5 Norte (Final) –

Brasília, DF CEP 70770-900 – Caixa Postal 02372 PABX: (61) 448-4600 Fax: (61) 340-3624

<http://www.cenargen.embrapa.br>

e.mail:sac@cenargen.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: Sergio Mauro Folle

Secretário-Executivo: Maria da Graça Simões Pires Negrão

Membros: Arthur da Silva Mariante

Maria de Fátima Batista

Maurício Machain Franco

Regina Maria Dechechi Carneiro

Sueli Correa Marques de Mello

Vera Tavares de Campos Carneiro

Supervisor editorial: Maria da Graça Simões Pires Negrão

Normalização Bibliográfica: Maria Iara Pereira Machado

Editoração eletrônica: Maria da Graça Simões Pires Negrão
Andressa Vargas Ermel

1ª edição

1ª impressão (2006): 300

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.160).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

M 539 Mendonça, José Francisco Bezerra.

Solo: substrato da vida. / José Francisco Bezerra Mendonça.

Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006.

156 p.

ISBN: 978-85-87697-42-4

1. Solo. I. Título.

631.4 – CDD 21.

Autor

José Francisco Bezerra Mendonça - Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia - CENARGEN - Área de Negócios para Transferência de Tecnologia
- ANT. E-mail - mendonca@cenargen.embrapa.br

APRESENTAÇÃO

Com uma área de 8.547.403,5 Km² o Brasil (IBGE, 1998) é o quinto maior país do globo em superfície terrestre, sendo superado apenas pela Rússia, Canadá, República Popular da China e Estados Unidos da América. Por apresentar ampla diversidade edafo-climática, oferece excelentes condições para a produção de culturas tropicais e subtropicais. Segundo levantamento da CONAB (Outubro / 2006) apenas a área cultivada com grãos relativa à safra 2005/06 foi superior a 47 milhões de hectares. Possui entre 105 e 115 milhões de hectares de pastagens cultivadas e mais ou menos 80 milhões de hectares de pastagens nativas. Sem considerar as áreas ocupadas pelas demais culturas como a cana-de-açúcar, as espécies florestais exóticas, entre outras, estima-se que o País dispõe de pelo menos mais 300 milhões de hectares aptos à sua expansão agrícola.

A idéia precípua desta publicação foi a de reunir numa única fonte noções básicas sobre solos, incluindo conceitos, definições, terminologias, fórmulas, características químicas, manejo, fertilidade e classificação, objetivando atingir um nicho de leitores compreendido não por especialistas ou pedólogos, mas por profissionais da área biológica como agrônomos, engenheiros florestais, biólogos, zootecnistas e estudantes, que não tiveram a oportunidade de uma reciclagem sobre estes temas. Trata-se de uma compilação resumida e cuidadosa de várias fontes consideradas de alto cunho técnico-científico e ao mesmo tempo prático capaz de transmitir fundamentos sobre solos ao público alvo.

Nesta publicação serão feitas duas abordagens quanto ao Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, ou sejam, com relação ao antigo utilizado pelo Projeto RADAMBRASIL nas décadas de 70/80 e com relação ao mais recente editado pela EMBRAPA Solos (2006). Isto possibilitará ao leitor perceber as diferenças e similaridades entre nomenclaturas de classes de solos, conceitos, definições, terminologias, atributos, fórmulas e unidades para expressar resultados de análises físicas e químicas de solos. A opção pelas citações do RADAMBRASIL é justificada por ser esta uma das fontes mais ricas em informações sobre levantamento, classificação e mapeamento de solos do Brasil, com uma abrangência territorial de alta magnitude que contempla áreas significativas dos biomas Amazônia, Cerrados, Pantanal, Caatinga e Mata Atlântica, sendo ainda hoje uma fonte substancial de referência para consultas.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

SOLO.....	16
1. DEFINIÇÃO.....	16
1.1 PERFIL.....	17
1.2 CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICAS.....	17
1.2.1 ARGILAS.....	18
1.3 ADSORÇÃO E TROCA DE CÁTIONS NO SOLO.....	21
1.3.1 ORIGEM DAS CARGAS NEGATIVAS NO SOLO.....	22
1.3.2 TIPOS DE CTC.....	24
1.4. CALAGEM E SUAS FINALIDADES.....	29
1.4.1 POTENCIAL DE CALCÁRIOS.....	31
1.4.2 PODER RELATIVO DE NEUTRALIZAÇÃO TOTAL (PRNT).....	31
1.5 GESSO AGRÍCOLA NO SOLO.....	32
1.6 MACRO e MICRONUTRIENTES NO SOLO E NA PLANTA.....	34
1.6.1 NITROGÊNIO.....	34
1.6.2 FÓSFORO.....	35
1.6.3 POTÁSSIO.....	36
1.6.4 CÁLCIO, MAGNÉSIO E ENXOFRE.....	38
1.6.5 MICRONUTRIENTES.....	39

CAPÍTULO II

SOLOS DO BRASIL.....	42
2.1 FÓRMULAS E CONCEITOS.....	42
2.2 ATRIBUTOS DIAGNÓSTICOS.....	43
2.3 OUTROS ATRIBUTOS.....	48
2.4 HORIZONTES DIAGNÓSTICOS SUPERFICIAIS E SUBSUPERFICIAIS.....	50
2.4 1 HORIZONTES DIAGNÓSTICOS SUPERFICIAIS.....	50
2.4 2 HORIZONTES DIAGNÓSTICOS SUBSUPERFICIAIS.....	52

CAPÍTULO III

CLASSES DE SOLOS.....	62
-----------------------	----

3.1 EXEMPLOS DE CLASSES DE SOLOS E RESPECTIVAS UNIDADES DE MAPEAMENTO.....	62
3.1.1 LATOSSOLO VERMELHO – ESCURO.....	62
3.1.2 LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO.....	67
3.1.3 LATASSOLO ROXO.....	72
3.1.4 TERRA ROXA ESTRUTURADA SIMILAR.....	76
3.1.5 PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO.....	82
3.1.6 BRUNIZÉM AVERMELHADO.....	87
3.1.7 PODZOL HIDROMÓRFICO.....	92
3.1.8 BRUNO NÃO CÁLCICO.....	96
3.1.9 PLANOSSOLO EUTRÓFICO.....	99
3.1.10 PLANOSSOLO SOLÓDICO.....	100
3.1.11 SOLONETZ SOLODIZADO.....	103
3.1.12 SOLONCHAK SÓDICO.....	106
3.1.13 CAMBISSOLO EUTRÓFICO.....	108
3.1.14 VERTISSOLO.....	112
3.1.15 LATERITA HIDROMÓRFICA.....	117
3.1.16 GLEI HUMICO.....	121
3.1.17 SOLOS LITOLICOS.....	125

CAPÍTULO IV

CONCEITOS E DEFINIÇÕES DAS CLASSES DE SOLOS.....	130
--	-----

4.1 ARGISSOLOS.....	130
4.2 CAMBISSOLOS.....	131
4.3 CHERNOSSOLOS.....	132
4.4 ESPODOSSOLOS.....	133
4.5 GLEISSOLOS.....	134
4.6 LATOSSOLOS.....	135
4.7 LUVISSOLOS.....	137
4.8 NEOSSOLOS.....	138
4.9 NITOSSOLOS.....	139
4.10 ORGANOSSOLOS.....	140
4.11 PLANOSSOLOS.....	141
4.12 PLINTOSSOLOS.....	142
4.13 VERTISSOLOS.....	143

Índice de Figuras

Figura 1. O Solo como um sistema aberto.	16
Figura 2. Esquema estrutural da argila do grupo Caulinita	18
Figura 3. Esquema estrutural da argila Montmorilonita.....	19
Figura 4: Perfil de LATOSSOLO VERMELHO – ESCURO – Eutrófico A Moderado Textura Argilosa Relevo Plano.....	68
Figura 5: Perfil de LATOSSOLO VERMELHO – AMARELO – Álico A Moderado Textura Média Relevo Plano.....	71
Figura 6: Perfil de LATOSSOLO ROXO Distrófico A moderado Textura Argilosa Fase Floresta Tropical Perenifólia Relevo Suave Ondulado.....	75
Figura 7: Perfil de TERRA ROXA ESTRUTURADA SIMILAR – Eutrófica A Chernozêmico Textura Argilosa Relevo Plano.....	81
Figura 8: Perfil de PODZÓLICO VERMELHO – AMARELO Eutrófico – Argila de Atividade Baixa A Moderado Textura Média/ Argilosa.....	86
Figura 9a: Perfil de BRUNIZÉM AVERMELHADO Textura Média Argilosa – Relevo Ondulado.....	90
Figura 9b: Perfil de BRUNIZÉM AVERMELHADO	91
Figura 10a: Perfil de PODZOL HIDROMÓRFICO	94
Figura 10b: Perfil de PODZOL “A” FRACO Textura Arenosa Relevo Plano....	95
Figura 11: Perfil de BRUNO NÃO CÁLCICO Textura Média / Argilosa	98
Figura 12: Perfil PLANOSSOLO SOLÓDICO Textura Arenosa/Argilosa	102
Figura 13: Perfil de SOLONETZ SOLODIZADO Textura Arenosa/Argilosa ...	105
Figura 14a: Perfil de CAMBISSOLO EUTRÓFICO Argila de Atividade Alta A Moderado Textura Argilosa Relevo Ondulado Substrato Calcário.....	110
Figura 14b: Perfil de CAMBISSOLO ÁLICO Epiconcrecionário A Moderado Textura Argilosa Relevo Suave Ondulado Vegetação de Savana.....	111
Figura 15a: Perfil de VERTISSOLO A Chernozêmico Textura Argilosa.....	115

Figura 15b: Perfil de VERTISSOLO A Chernozêmico Relevo Suave Ondulado.....	116
Figura 16: Perfil de LATERITA HIDROMÓRFICA Álica Argila de Atividade Baixa, Epiconcrecionária com B Incipiente A Moderado Textura Média Relevo Suave Ondulado.....	120
Figura 17: Perfil de GLEI HÚMICO Álico Argila de Atividade Baixa Textura Média Relevo Plano.....	124
Figura 18: Perfil de SOLO LITÓLICO Álico Pedregoso A Fraco Textura Média Relevo Ondulado Vegetação Savana Arbustiva Aberta Substrato Siltito.....	127
FIGURA 19: PERFIL DE ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Alítico Abrúptico.....	146
Figura 20: PERFIL de ARGISSOLO VERMELHO - Distrófico Abrúptico	147
Figura 21: PERFIL de ARGISSOLO AMARELO - Distrófico Abrúptico	148
Figura 22: PERFIL de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico Abrúptico.....	149
Figura 23: PERFIL de CAMBISSOLO HÁPLICO Carbonático Vértico Sapolítico.....	150
Figura 24: PERFIL de CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico Vértico.....	151
Figura 25: PERFIL de CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico Típico	152
Figura 26: PERFIL de CHERNOSSOLO RENDZICO Sapolítico Típico.....	153
Figura 27: PERFIL de NITOSSOLO HÁPLICO Eutrófico Típico.....	154

Índice de Tabelas

Tabela 1. CTC (meq/100g) de Alguns Compostos	24
Tabela 2. Interpretação de Análise de Solo Quanto a Saturação por Alumínio	26
Tabela 3. Interpretação de Análise de Solo quanto a Saturação por Bases	26
Tabela 4: Equivalente em CaCO ₃ de alguns materiais corretivos.....	31

Índice de Quadros

Quadro 1. Teores de Nitrogênio mínimos adequados em folhas, na planta inteira e na parte colhida de algumas culturas	35
Quadro 2. Teores de Fósforo mínimos adequados em folhas, na planta Inteira e na parte colhida, de algumas culturas	35
Quadro 3. Interpretação de resultados da análise de solo quanto ao teor de fósforo na profundidade de 0 – 20 cm, extraído pelo método Mehlich 1, para uma faixa de exigência de diversas culturas, inclusive a soja	36
Quadro 4. Recomendação de adubação fosfatada corretiva, a lanço, de acordo com a classe de disponibilidade de P e o teor de argila do solo	36
Quadro 5. Teores de Potássio mínimos adequados em folhas, na planta inteira e na parte colhida, de algumas culturas	37
Quadro 6. Interpretação da análise de solo quanto ao teor de Potássio Trocável	37
Quadro 7. Recomendação de Adubação Potássica para pastagens consorciada e solteira em função da análise de solo.....	37
Quadro 8. Formas de absorção e principais funções dos micronutrientes nas plantas	39
Quadro 9. Interpretação de análise de solo para recomendação de micronutrientes pelo método Mehlich 1.....	40
Quadro 10. Conversão das Unidades Antigas para as Novas Unidades do Sistema Internacional.....	42

CAPÍTULO 1

CAPÍTULO I

SOLO

1. DEFINIÇÃO

O solo é um sistema dinâmico constituído por componentes sólidos, líquidos e gasosos de natureza mineral e orgânica, que ocupa a maior parte das superfícies continentais do planeta Terra. É estruturado em camadas denominadas horizontes, sujeitas a constantes transformações entrópicas, através de processos de adição, remoção, translocação de natureza química, física e biológica. Em resumo, o solo é resultado das interações envolvendo a atmosfera, hidrosfera, biosfera e litosfera, conforme Figura 1.

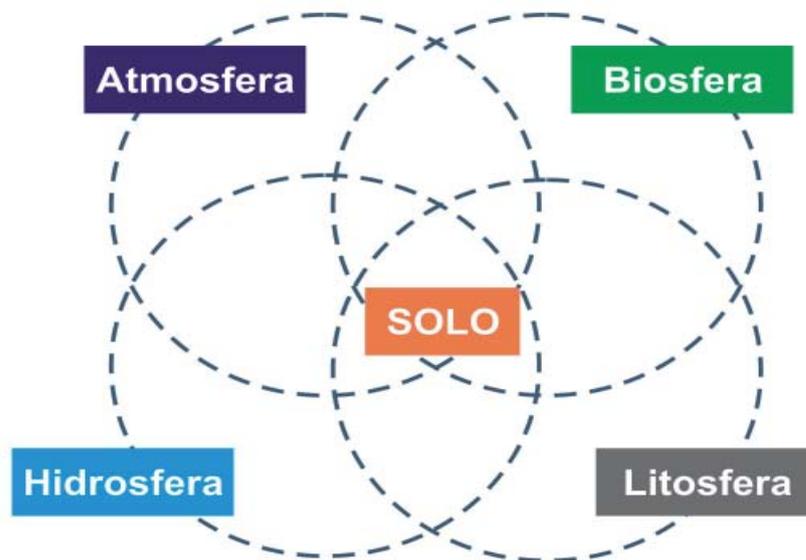


Figura 1. O solo como um sistema aberto.
Fonte: GHEYI et al., 1997, p. 2

1.1 PERFIL

Qualquer solo, alterado ou não, possui uma característica peculiar, ou seja, um perfil o qual pode ser visualizado através de cortes verticais em profundidade mediante abertura de uma trincheira. Em solos inalterados em sua integridade estrutural de origem, um perfil típico pode ser dividido em três camadas distintas denominadas de horizontes A, B e C, podendo ainda conter uma camada superficial pouco espessa de resíduos orgânicos em decomposição, denominada de “horizonte 0”. O horizonte A, camada superior de um perfil, em geral de textura leve (arenosa), é a região que concentra maiores proporções de raízes, microorganismos e matéria orgânica, podendo expressar alto grau de lixiviação. O horizonte B, subsuperficial, possui uma zona de iluviação onde parte dos sais lixiviados e argilas pode ser acumulada. Subjacente ao horizonte B tem início uma camada de acúmulo de óxidos de ferro e de alumínio, argilas, carbonatos e minerais primários parcialmente intemperizados, denominada horizonte C que por sua vez repousa diretamente sobre saprolitos da rocha matriz do solo.

Essas camadas ou horizontes, bem como as suas transições, subdivisões, conteúdos mineral e orgânico, e espessuras, coadjuvados por padrões de textura, estrutura, matizes, teor de argila, tipo de argila, conteúdo de matéria orgânica, composição química, reações químicas, pH, grau de intemperismo, material de origem, profundidade, formação geológica, clima, vegetação, relevo, drenagem entre outros, auxiliam na diferenciação, classificação, mapeamento e utilização dos solos.

1.2 CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICAS

A composição mineralógica do solo é bastante variável e depende da composição do material de origem, ou seja, da rocha matriz. A maioria dos minerais que compõem as rochas são silicatos e óxidos que contêm silício (Si), alumínio (Al), ferro (Fe), cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K). Além deste, outros minerais podem estar presentes no solo como o quartzo, sesquióxidos, talco, sulfetos, sulfatos e fosfatos.

1.2.1 ARGILAS

As argilas pertencem a dois grandes grupos, o dos silicatos e o dos óxidos. As argilas do primeiro grupo predominam em solos de regiões de clima árido e semi-árido sujeitas ao menor grau de intemperismo, enquanto as do segundo grupo são mais freqüentes em locais onde os fatores de intemperização são de maior intensidade.

Na maioria das argilas estão presentes duas unidades estruturais. Uma consiste do arranjo dos átomos de silício com o oxigênio em forma de tetraedro, resultando numa lamina de sílica. A outra unidade consiste do arranjo de átomos de alumínio, ferro ou magnésio com hidroxilas em forma de octaedro, constituindo uma lamina de alumina (Shainberg & Lety 1984, citados por Gheyi et al., 1997, p. 114).

De acordo com o número de lamina tetraédricas de sílica e octaédricas de alumina presentes no arranjo estrutural cristalográfico, as argilas são classificadas em 1:1 (Caulinita) 2:1 (Smectita, Micas Hidratadas e Vermiculita) e 2:1: 2 (Clorita). Ao subgrupo das smectitas pertence a argila do tipo 2:1 (Montmorilonita).

Argilas do tipo 1:1, como a caulinita, são constituídas pela combinação entre uma lamina de sílica e outra de alumina, unidas por átomos de oxigênio compartilhados entre si, formando uma camada de argila. Essas camadas, por sua vez, são unidas entre si por pontes de hidrogênio de coesão muito forte, impedindo a separação das mesmas pela penetração de água (Figura 2).

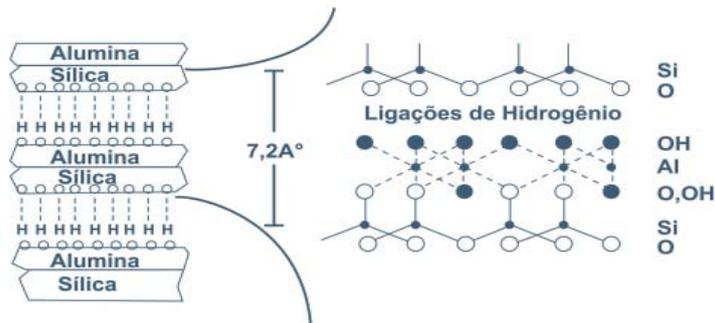


Figura 2. Esquema estrutural da argila do grupo caulinita (adaptado de BOHN et al., 1979).

Fonte: GHEYI et al., 1997, p. 115.

Argilas do tipo 2:1, como a montmorilonita, são formadas por uma lâmina de alumina entre duas de sílica, ligadas por átomos de oxigênio das lâminas de sílica que também são compartilhados pela lâmina central de alumina. Os átomos de oxigênio, externos das camadas formadas, oferecem ligações fracas no espaço interlamelar permitindo a expansão da argila pela entrada de água. Ao contrário, durante a seca, o déficit hídrico provoca a contração dessas argilas que manifestam visível fendilhamento (Figura 3).

Quanto ao tamanho, as argilas são as menores partículas das frações minerais que compõem um solo, apresentando um diâmetro igual ou inferior a 0,002 mm (2μ), as quais são denominadas de colóides ou micelas. Os colóides presentes no solo podem ser minerais ou orgânicos.

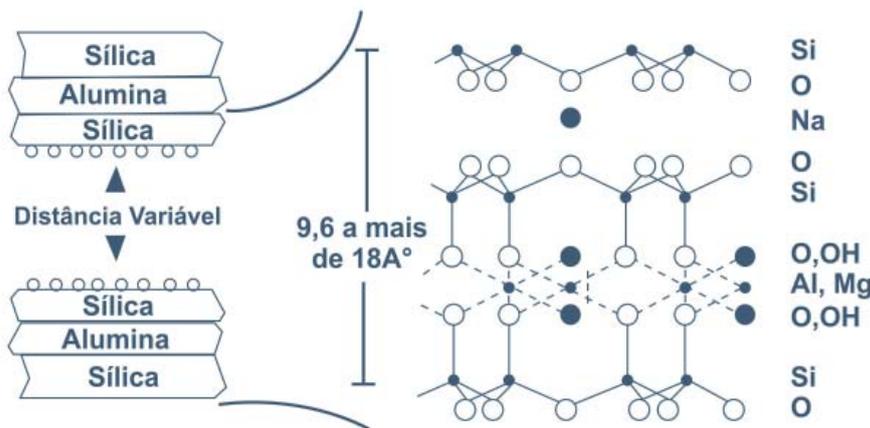


Figura 3. Esquema estrutural da argila montmorilonita (adaptado de BOHN et al., 1979)
 Fonte: GHEYI et al., 1997, p. 115

As propriedades coloidais das argilas dependem da superfície específica (metros quadrados por grama) que por sua vez depende do tamanho e estrutura da argila (GHEYI et al., 1997). Assim, enquanto a caulinita apresenta uma superfície específica de 30 m²/g, a montmorilonita possui cerca de 800 m²/g o que significa

maior capacidade de adsorção de moléculas polares (cátions trocáveis). Colóides orgânicos também possuem elevada superfície específica, podendo alcançar 700 m²/g.

Segundo Wutke & Camargo (1975), a troca iônica é um processo reversível através do qual íons retidos na superfície de uma fase sólida são substituídos por quantidade equivalente de outros íons, quer estejam estes em solução numa fase líquida, quer estejam ligados a outra fase sólida, em contato com a primeira. Os íons envolvidos na troca iônica ligam-se à fase sólida eletrostaticamente ou por covalência e, em ambos os casos, esse tipo de união é denominado adsorção iônica. A força iônica é o mais importante dos fenômenos que ocorrem no solo, principalmente pela sua relevância nos processos de nutrição vegetal.

Em geral, as partículas coloidais do solo apresentam a carga elétrica negativa. Todavia, isto não invalida a existência de colóides eletro positivo. As reações de troca iônica no solo são devidas, quase exclusivamente aos minerais de argila (partículas < 2μ), ao silte (partículas entre 2 e 20 μ) e aos colóides orgânicos.

Por apresentarem cargas negativas e positivas, as partículas coloidais dos solos podem adsorver tanto cátions quanto ânions. Nos minerais de argila a carga negativa pode se originar da substituição isomórfica de íons na malha cristalina ou da ionização de grupos hidroxilas, ligados a silício de lâminas tetraédricas fraturadas, ou seja:



Na matéria orgânica decomposta, as cargas negativas se originam da dissociação de radicais como COOH e OH.

As cargas positivas se originam nos hidróxidos de ferro, alumínio e manganês. Estas cargas também estão associadas a grupos octaédricos expostos os quais reagem como bases aceitando prótons da solução do solo.

Os cátions de maior importância nos solos são: Ca²⁺, Mg²⁺, H⁺, K⁺, Na⁺ e NH₄⁺. Entre os ânions, destacam-se: SO₄²⁻, Cl⁻, NO₃⁻, H₂PO₄⁻, HPO₄²⁻, HCO₃⁻ e ânions de ácidos húmicos.

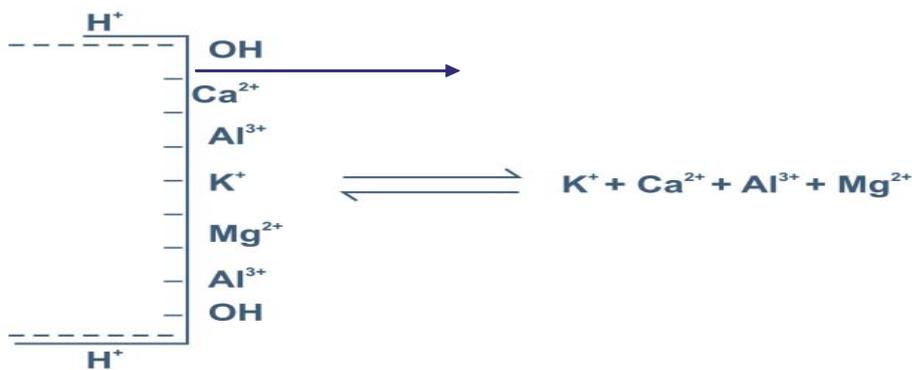
1.3 ADSORSÃO E TROCA DE CÁTIONS NO SOLO

O fenômeno da troca catiônica consiste em substituição de um cátion adsorvido na superfície de troca (partículas coloidais) por outro proveniente da solução do solo ou de outra parte sólida, inclusive da superfície de um pêlo radicular, que se aproxime da área de adsorção. Este processo de permuta é extremamente rápido e a atração é instantânea quando o cátion originalmente adsorvido se encontra na superfície externa das partículas coloidais (WUTKE e CAMARGO, 1975).

Outro conceito de troca catiônica é o seguinte: “Processo reversível, pelo qual as partículas sólidas do solo adsorvem cátions da fase aquosa, e liberam ao mesmo tempo quantidades equivalentes de outros cátions, estabelecendo o equilíbrio entre ambas as fases” (CURSO..., 2001, p. 3).

Por serem permutáveis, os cátions adsorvidos, a capacidade do solo de adsorvê-los é usualmente denominada por Capacidade de Troca de Cátions ou CTC. Anteriormente expressa em meq/100g de solo ou argila, a CTC hoje é representada, segundo o Sistema Internacional, em $\text{cmol}_c / \text{dm}^3$ ou $\text{cmol}_c / \text{Kg}$.

ESQUEMA DE TROCAS CATIÔNICAS



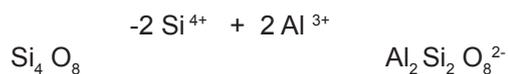
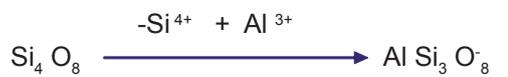
A soma de cátions trocáveis ($\text{Al}^3 + \text{Ca}^2 + \text{Mg}^2 + \text{K} + \text{Na}$) ao pH natural do solo é definida como Capacidade de Troca de Cátions Efetiva (CTCe) (CURSO..., 2001, p. 3)

1.3.1 ORIGEM DAS CARGAS NEGATIVAS NO SOLO (CURSO..., 2001, p.4)

A condição para que haja retenção de cátions (íons positivos) na superfície das partículas do solo, é que a mesma contenha cargas negativas. Estas cargas são formadas predominantemente das seguintes maneiras:

a) Substituição Isomórfica

Durante o processo de intemperização, e em virtude dos íons apresentarem raios iônicos similares, o Si^{4+} pode ser substituído pelo Al^{3+} nos tetraedros de silício, assim como o Al^{3+} por Mg^{2+} ou Fe^{2+} nos octaedros de alumínio, gerando cargas negativas permanentes, conforme o seguinte esquema:



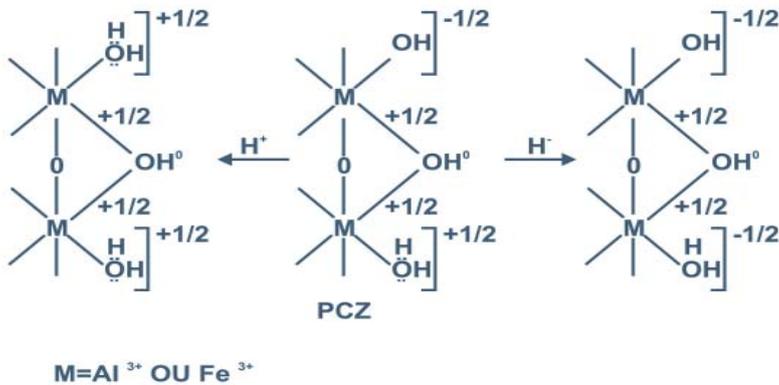
Durante este processo não ocorre alteração na estrutura do mineral e, por isto, recebe a denominação de substituição isomórfica. As cargas geradas irão contribuir para a CTC efetiva e independem do pH do solo.

b) Cargas Dependentes de pH

Cargas dependentes de pH se referem àquelas que se originam quando se varia o pH do meio em relação ao ponto de carga zero (PCZ). O PCZ é aquele que está relacionado a um determinado valor de pH no qual a carga elétrica líquida é nula. Em solos tropicais estas cargas são formadas principalmente nos hidróxidos de Al e Fe, e na matéria orgânica.

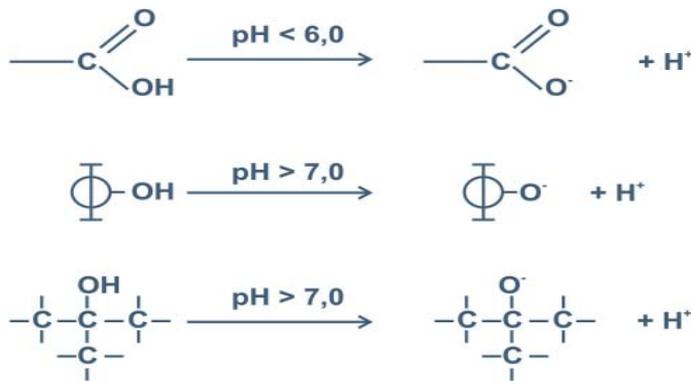
c) Nos Hidróxidos de Al e Fe

A representação esquemática da formação de cargas (positivas e negativas) nos hidróxidos de alumínio e ferro é assim exemplificada:



d) Na Matéria Orgânica

Depois de submetida aos processos de decomposição e mineralização, a matéria orgânica do solo libera ácidos orgânicos (principalmente os ácidos carboxílicos), compostos fenólicos e alcoois os quais podem dissociar-se em função do pH, gerando cargas negativas.



A magnitude das cargas negativas geradas crescerá à medida que o valor do pH também se eleve. Estas cargas resultantes contribuirão para a CTC do solo.

Os dados da **tabela 1** mostram que a Capacidade de Trocas Catiônicas é diretamente proporcional à superfície específica e a densidade de carga de um composto.

Tabela 1. CTC (meq/100g) de alguns compostos (Schuffelen, 1972, citado em CURSO..., 2001, p. 6).

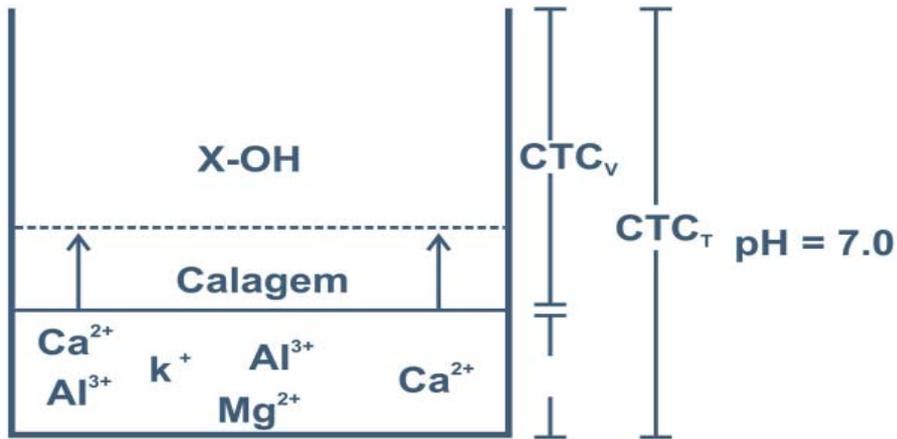
Composto (<2μ)	Sup. Espec. m ² /g	Dens. carga meq/cm ²	CTC meq/100g
Caolinita	1 – 40	2.10 ⁻⁷	2 – 8
Ilita	50 – 200	3.10 ⁻⁷	15 – 60
Montmorilonita	400 – 800	1.10 ⁻⁷	40 – 80
Vermiculita	500 – 750	2.10 ⁻⁷	100 – 150
Alofana	450	1,8.10 ⁻⁷	80
Húmus	>800	1 – 3.10 ⁻⁷	100 – 300

1.3.2 TIPOS DE CTC

A Capacidade de Troca Catiônica pode ser classificada em três tipos: efetiva, variável e total. A CTC efetiva é devida principalmente à carga permanente, sendo representada pela soma dos cátions trocáveis do solo, determinados ao pH do solo (Curso....2001,p.7).

A CTC variável é devida à carga variável (dependente de pH), presente especialmente na matéria orgânica, sesquióxidos de ferro e alumínio, compostos amorfos de ferro e alumínio, e nas arestas das argilas 1:1 (Curso....2001,p.7).

A CTC total a pH 7,0 = CTCe + CTCv , conforme a seguinte ilustração :



Fonte: Curso..., 2001, p. 7.

Onde: $CTC_{efetiva} = Al^{3+} + Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+} + Na^{+}$

$CTC_{total\ a\ pH = 7,0} = (H + Al^{3+}) + Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+} + Na^{+}$

Soma de Bases (S) = $Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+} + Na^{+}$

Em solos altamente intemperizados onde são baixos os teores de Na, este elemento não é considerado no cálculo da soma de bases.

Saturação por Al (m %) = $Al \times 100 / CTC\ efetiva$

Saturação por Bases (V %) = $S \times 100 / CTC\ total\ a\ pH = 7,0$

Tabela 2. Interpretação de análise de solo quanto a saturação por Alumínio (Comissão de Fertilidade do Solo de Goiás, 1988).

Classe	Saturação por Al (m%)
Baixa	< 10
Média	11 – 29
Alta	30 – 50
Muito Alta	> 50

Fonte: Curso..., 2001, p.8

Tabela 3. Interpretação de análise de solo quanto a Saturação por Bases (Comissão de Fertilidade do Solo de Goiás, 1988)

Classe	Saturação por bases (V%)
Baixa	< 20
Média	21 – 39
Alta	40 – 60
Muito Alta	> 60

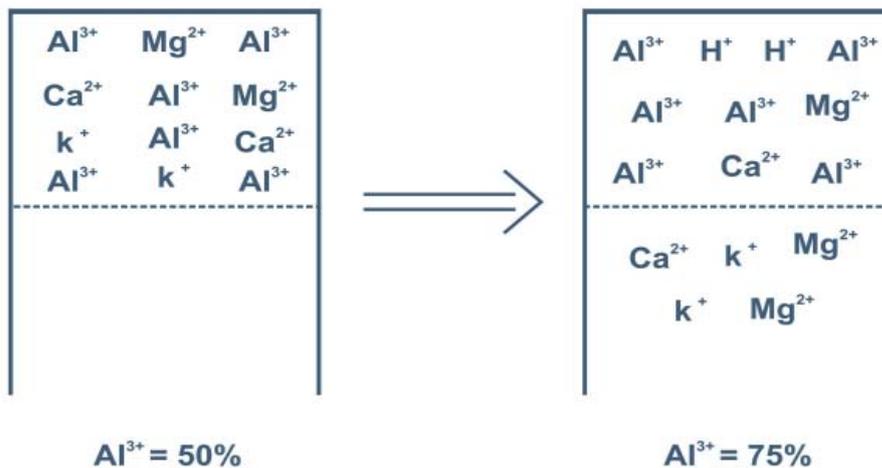
Fonte: Curso..., 2001, p.8

- FATORES DE ACIDEZ DO SOLO (Curso..., 2001, p. 13 e 14)

Os fatores de maior influência na geração de acidez do solo são os seguintes:

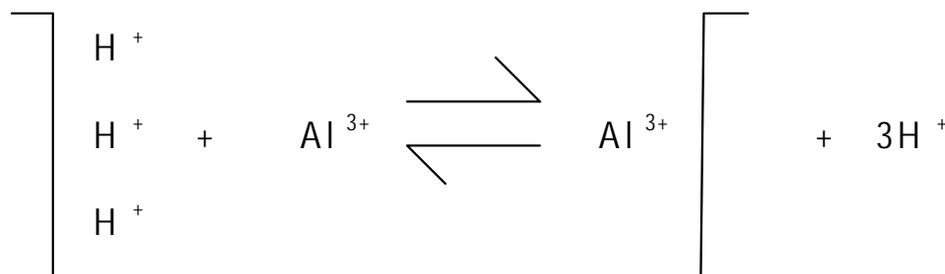
1 - ABSORÇÃO DE NUTRIENTES PELAS PLANTAS - Durante o processo de absorção de nutrientes, as plantas liberam H^+ a fim de manter o balanço de cargas na solução do solo.

2 - LIXIVIAÇÃO DE BASES - A lixiviação de bases provoca aumento na concentração de Al^{+++} nas camadas superficiais do solo, que por sua vez promoverá redução do pH conforme a seguinte ilustração:

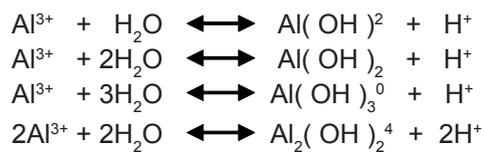


3 - ALUMÍNIO - Existem três mecanismos por meio dos quais o aumento na concentração do alumínio provoca elevação da acidez do solo:

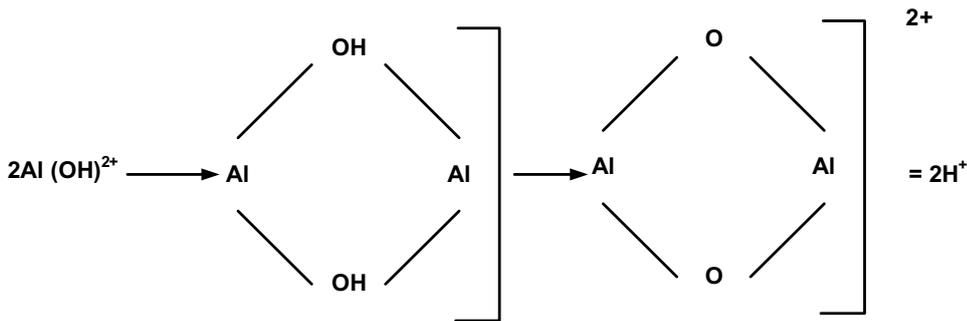
a) Deslocamento de H^+



b) Hidrólise da Água



c) Polimerização dos Monômeros de Alumínio



4 - MATÉRIA ORGÂNICA - A matéria orgânica também promove a acidez do solo através da dissociação dos hidrogênios ácidos (H ligado a O) dos ácidos orgânicos, principalmente os ácidos carboxílicos, compostos fenólicos, álcoois terciários, etc, conforme ilustrado no item 1.3.1:

OBS: Salienta-se, todavia, que na fase final da decomposição da matéria orgânica, devido a grande quantidade de elétrons liberados, ocorrerá aumento do pH, a exemplo do que acontece em locais com grande acúmulo deste material cujo pH se apresenta ligeiramente alcalino, como explicam as seguintes reações:



5 - FERTILIZANTES - Alguns fertilizantes quando aplicados em grandes quantidades ou muito localizados podem promover aumento da acidez do solo.

a) Amoniacais - No processo de oxidação do NH_4 para NO_2^- (nitritação) ocorre a formação de H^+ .

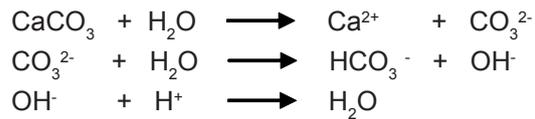


b) Fosfatados



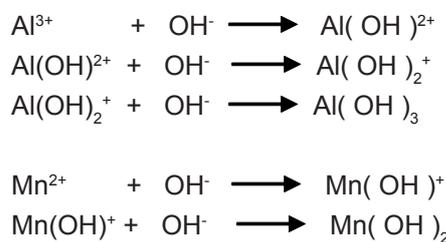
1.4. CALAGEM E SUAS FINALIDADES

a) Corrigir a Acidez do Solo - O Calcário, quando aplicado ao solo, sofre as seguintes reações:



Nesta reação, o ânion CO_3^{2-} (base forte) é o principal responsável pela hidrólise da água e geração de OH^- que neutralizará a acidez ativa (H^+) do solo. Vale salientar que o ânion SO_4^{2-} por ser uma base fraca praticamente não é capaz de hidrolizar a água e produzir hidroxila. Por esta razão, o gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) não é corretivo de acidez mas sim de toxidez de alumínio.

b) Neutralizar a Toxidez do Alumínio e Manganês através de precipitados sob a forma de hidróxidos $\text{Al}(\text{OH})_3$ e $\text{Mn}(\text{OH})_2$ conforme as seguintes reações:



c) Disponibilizar Cálcio e Magnésio para as Plantas, pois a maioria dos corretivos contém estes elementos.

d) Gerar Cargas Negativas no Solo, e conseqüentemente aumentar a retenção de cátions.

e) Aumentar a Atividade Biológica do Solo, essencialmente com relação à fixação biológica de nitrogênio, proliferação de micorrizas e elevar o nível de mineralização da matéria orgânica, disponibilizando nutrientes às plantas.

Um dos métodos utilizados para o cálculo da necessidade de calagem do solo é o da SATURAÇÃO POR BASES cujas vantagens são as seguintes:

a) É baseado na correlação entre pH e saturação por bases, o que implica em ser mais adequado para os solos brasileiros;

b) Permite o cálculo da calagem em função das exigências e respostas das culturas;

c) Por operar com saturação por bases no intervalo entre 40 e 70 %, evita o risco de se aplicar calcário em excesso.

Fórmula proposta por Raij e Quaggio (1982) citado em Curso..., 2001, p. 20

$$NC \text{ (t/ha)} = \frac{CTC_t (V_2 - V_1)}{100}, \text{ PRNT} = 100\%$$

Onde:

$CTC_t = H + Al + K + Ca + Mg$, em $\text{cmol}_c / \text{dm}^3$

V_1 = Saturação por Bases atual do solo, em %

V_2 = Saturação por Bases desejada (entre 40 e 70 %), dependendo da atividade da fração argila e da necessidade da cultura.

1.4.1 POTENCIAL DE CALCÁRIOS

A neutralização da acidez do solo pode ser obtida pela utilização de compostos que possuam em comum a peculiaridade de liberar OH^- e ou HCO_3^- . O corretivo padrão de acidez do solo é o CaCO_3 ao qual é atribuído o índice 100 (mol de carga igual a 50). A equivalência de outros compostos em CaCO_3 é obtida pela relação entre os respectivos pesos do mol de carga. O $\text{Ca}(\text{OH})_2$, por exemplo, tem peso do mol de carga 37. A relação é, portanto $50/37 = 1,35$, significando que 100 kg de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ possuem o mesmo poder corretivo da acidez que 135 kg de CaCO_3 para elevar o pH até 6,0 (Curso.... 2001, p.21).

Tabela 4: Equivalente em CaCO_3 de alguns materiais corretivos (Gianello et al, 1995)

Substância	Multiplicar por
CaCO_3 (Calcita)	1,00
MgCO_3 (Magnesita)	1,19
CaCO_3 , MgCO_3 (Dolomita)	1,19
$\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Hidróxido de Cálcio)	1,35
Cão (Óxido de Cálcio)	1,79
MgO (Óxido de Magnésio)	2,48

Fonte: Curso ..., 2001, p.21

1.4.2 PODER RELATIVO DE NEUTRALIZAÇÃO TOTAL (PRNT)

O PRNT é um indicador de qualidade e eficiência dos calcários, cujo valor permite a comparação entre corretivos. Sua fórmula é assim expressa: $\text{PRNT} = \text{PN} \times \text{ER} / 100$, onde:

PN = Poder de Neutralização. Em geral o poder corretivo dos calcários é expresso em termos de seu teor equivalente em carbonatos o qual é obtido analiticamente pela reação entre o material e um ácido.

A análise do corretivo, a qual constitui a garantia do produto, indica os teores de Ca e Mg nas formas de CaO e MgO que permitem calcular o PN do material, utilizando-se os valores de equivalente em CaCO_3 (Tabela 4) através da seguinte equação: $\text{PN} = (\% \text{CaO} \times 1,79) + (\% \text{MgO} \times 2,48)$.

ER = Eficiência relativa. Depende do diâmetro das partículas do corretivo em diferentes classes de granulometria fracionadas em quatro partes pelo uso de peneiras número 10, 20 e 50 cujos diâmetros dos orifícios são de 2,0, 0,84 e 0,3 mm, respectivamente. Como o calcário possui baixa solubilidade, quanto menor for o diâmetro de suas partículas maior será a superfície de contato entre o corretivo e o solo e, por conseguinte, maior a reatividade. A eficiência das frações retidas nas malhas dessas peneiras é de 0%, 20%, 60% e 100% respectivamente, comparadas com o CaCO_3 pulverizado, considerando-se um tempo de 2 a 3 anos de reação no solo.

Exemplificando, se no fracionamento de uma amostra de 100g de calcário 2g ficarem retidas na peneira 10, 14g na peneira 20 e 25g na peneira 50, a reatividade será:

Material retido na peneira	10	2g	x 0,0%	=	0,0
Material retido na peneira	20	14g	x 20,0%	=	2,8
Material retido na peneira	50	25g	x 60,0%	=	15,0
Material que passa na peneira	50	59g	x 100,0%	=	59
Eficiência Relativa (ER, %)				=	76,8

Tendo em vista que as recomendações de calagem feitas pelos laboratórios são para PRNT 100 (peculiar ao CaCO_3 puro que passa integralmente na peneira 50), deve-se proceder a ajustes utilizando o seguinte fator de correção: $f = 100 / \text{PRNT}$.

1.5 GESSO AGRÍCOLA NO SOLO

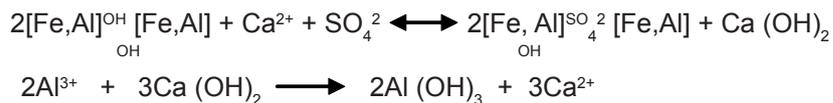
O gesso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) é utilizado atualmente não apenas como fornecedor de cálcio trocável, mas principalmente como redutor da saturação por alumínio em camadas subsuperficiais ácidas dos solos.

A solubilidade do gesso em água é de 2,05 g/l, ou seja, 146 vezes maior que a do CaCO_3 com 0,014 g/l. Ao ser aplicado no solo e após sua dissolução, o gesso desloca-se para camadas inferiores, acompanhado por cátions, em especial pelo

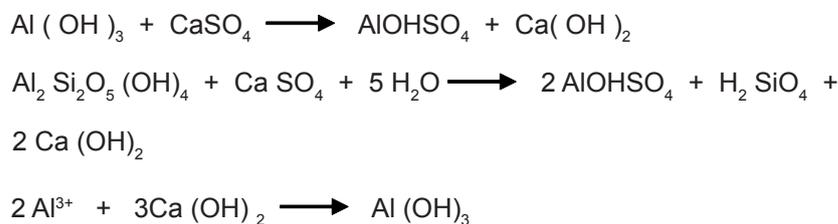
cálcio. Com esse deslocamento, os teores de cálcio e magnésio aumentam enquanto a toxidez do alumínio diminui, o que propicia melhores condições ao desenvolvimento e aprofundamento do sistema radicular nas camadas subsuperficiais do solo, permitindo às plantas desfrutar um volume maior de água e assim superar curtos períodos de estiagem (veranicos).

O gesso agrícola neutraliza a toxidez do alumínio no solo através de quatro mecanismos (Sousa *et al.*, 1992, citado por Sousa e Lobato, 1996):

a) **EFEITO DA “AUTO-CALAGEM”** - Permuta do OH^- por SO_4^{2-} nas superfícies de sesquióxidos seguida de hidrólise e precipitação do Al, conforme a seguinte reação:

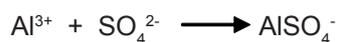


b) **PRECIPITAÇÃO DE FASES SÓLIDAS** - Precipitação de sulfatos básicos de Al, os quais são muito estáveis em solos ácidos (pH < 4,5)



c) **CO-ADSORÇÃO de SO_4^{2-} e de Al^{3+}** - Quando o íon SO_4^{2-} é adsorvido especificamente sobre a superfície sesquioxídica, a densidade de carga superficial negativa aumenta, o que levaria a uma adsorção preferencial do Al^{3+} , diminuindo a sua atividade na solução do solo.

d) **FORMAÇÃO DE PARES IÔNICOS** - O SO_4^{2-} reage com o Al^{3+} formando um par iônico o qual não é tóxico para as plantas, de acordo com a seguinte reação:



De acordo com Sousa et al. (1992), este último mecanismo é mais efêmero do que os apresentados em (a) e (b) .

Segundo Sousa et al. (2000) se a saturação por alumínio for maior que 20%, ou o teor de cálcio for menor que 0,5 me / 100 cm³, existe probabilidade de resposta das culturas ao gesso. A quantidade de gesso (D. G.) a ser aplicada depende do teor de argila no solo e é calculada para melhorar as propriedades químicas do perfil do solo, até a profundidade de pelo menos 60 cm para culturas anuais e 80 cm para culturas perenes, segundo as seguintes equações:

Culturas Anuais: D. G. (Kg / ha) = 50 X Argila (%)

Culturas Perenes: D. G. (Kg / ha) = 75 X Argila (%)

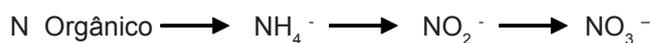
1.6 MACRO e MICRONUTRIENTES NO SOLO E NA PLANTA

1.6.1 NITROGÊNIO

As formas preferenciais de absorção de N pelas plantas são os íons Amônio (NH₄⁺) e Nitrato (NO₃⁻) (Curso....., 2001, p.49).

Apenas uma pequena parte do nitrogênio total do solo encontra-se nas formas minerais de amônio, nitrato e nitrito (NO₂⁻). Essas são as formas assimiláveis pelas plantas e, portanto, de maior importância para a nutrição vegetal (Curso..., 2001, p. 50).

Transformações de N orgânico antes de se tornar disponível:



Matéria Orgânica como Indicador de Disponibilidade de Nitrogênio:

$$\text{N (\%)} = \text{MO (\%)} / 20$$

Quadro 1. Teores de Nitrogênio mínimos adequados em folhas, na planta inteira e na parte colhida de algumas culturas (Curso..., 2001, p. 49).

Cultura	Teor de N (%)		
	Folha	Planta Inteira	Parte Colhida
Arroz	3,0	0,3	0,5
Trigo	-	1,6	2,5
Milho	3,0	1,1	2,3
Feijão	3,0	3,4	3,7
Soja	4,5	3,3	6,7
Amendoim	4,0	3,8	6,7

1.6.2 FÓSFORO

Os conteúdos de fósforo na planta integral e na parte normalmente exportada pelas colheitas raramente excedem 0,5 % e, quando isso acontece se restringe ao caso em que as sementes constituem o produto relevante da colheita.

Quadro 2. Teores de Fósforo mínimos adequados em folhas, na planta Inteira e na parte colhida, de algumas culturas (Curso..., 2001, p 57)

Cultura	Folha	Teor de P (%)	
		Planta Inteira	Parte Colhida
Trigo	0,20	0,28	0,50
Milho	0,22	0,23	0,56
Feijão	0,30	0,30	0,40
Soja	0,25	0,44	0,57
Amendoim	0,20	0,34	0,53

O fósforo encontra-se na solução do solo como íons ortofosfato, forma derivada do ácido ortofosfórico, H_3PO_4 . Em solução, dissocia-se do seguinte modo:



A absorção de fósforo pelas plantas depende principalmente da difusão do elemento na solução do solo em torno das raízes.

Quadro 3. Interpretação de resultados da análise de solo quanto ao teor de fósforo na profundidade de 0 – 20 cm, extraído pelo método Mehlich 1, para uma faixa de exigência de diversas culturas, inclusive a soja.

Teor de Argila (%)	Disponibilidade de Fósforo (mg / dm ³)			
	Muito Baixa	Baixa	Média	Adequada
> 60	0 --- 1,0	1,1 – 2,5	2,6 – 3,0	> 3,0
41 - 60	0 --- 3,0	3,1 – 6,0	6,1 – 8,0	> 8,0
21 - 40	0 --- 5,0	5,1 – 10,0	10,1 – 14,0	> 14,0
< 20	0 --- 6,0	6,1 - 12,0	12,1 – 18,0	> 18,0

Fonte: SOUSA & LOBATO (1996)

Quadro 4. Recomendação de adubação fosfatada corretiva, a lanço, de acordo com a classe de disponibilidade de P e o teor de argila do solo.

Teor de Argila (%)	Adubação Corretiva Total (Kg de P ₂ O ₅ / ha)		
	P muito baixo	P baixo	P médio
61 - 80	240	120	60
41 - 60	180	90	45
21 - 40	120	60	30
< 20	100	50	25

Fonte: SOUSA *et al.* (1987).

1.6.3 POTÁSSIO

O potássio é absorvido pelas plantas como o íon K⁺ e o nutriente ocorre no solo sob a forma de cátion trocável e na solução do solo, sempre como, íon K⁺. A absorção depende principalmente da difusão do elemento, através da solução do solo e, em menor proporção, por fluxo de massa. (Curso..., 2001, p. 62-64).

As principais fontes de potássio são os minerais primários como os feldspatos e as micas encontrados em rochas ígneas. Outras fontes são os minerais secundários como as argilas do tipo 2:1 (montmorilonita).

Quadro 5. Teores de Potássio mínimos adequados em folhas, na planta inteira e na parte colhida, de algumas culturas (Curso..., 2001, p. 63)

Cultura	Folha	Teor de K (%)	
		Planta Inteira	Parte Colhida
Arroz	2,0	0,18	0,23
Trigo	2,3	1,15	0,40
Milho	2,0	1,16	0,70
Feijão	2,0	3,10	2,20
Soja	1,7	1,28	1,60
Amendoim	1,5	1,89	4,67

Quadro 6. Interpretação da análise de solo quanto ao teor de Potássio Trocável (EMBRAPA – CPAC, 1987, citado em Curso..., 2001, p.47).

Teor de K Trocável (ppm)	Nível
< 25	Baixo
25 - 50	Médio
> 50	Alto

Quadro 7. Recomendação de Adubação Potássica para pastagens consorciada e solteira em função da análise de solo (VILELA et al., 2000).

Teor de K no solo (mg / dm ³)	Doses de Potássio (Kg de K ₂ O / ha)	
	Pastagem Consorciada	Pastagem Solteira
< 25	60	40
25 - 50	40	20
> 50	20	0

1.6.4 CÁLCIO, MAGNÉSIO E ENXOFRE

Cálcio, magnésio e enxofre são conhecidos como macronutrientes secundários.

O cálcio, em diversas culturas, é absorvido na faixa de 10 a 200 Kg / ha do nutriente. Os teores, entre diferentes espécies, variam desde menos de 0,4 % até 4 %. Trata-se de um elemento não-móvel nas plantas, não sendo transportado pelo floema. A deficiência deste nutriente, na parte aérea da planta, é manifestada pela redução de crescimento de tecidos meristemáticos. Atrofiamento, deformidades e clorose nas extremidades e folhas novas, são sintomas. A aplicação de calcário proporciona, em geral, suficiência do nutriente ao solo.

O magnésio exigido pelas culturas, em geral, varia de 10 a 40 Kg / ha do nutriente. Seu teor nas folhas de plantas, oscila entre 0,2 % a 0,4 %. Como elemento central da molécula de clorofila exerce importante função no processo da fotossíntese. É móvel na planta e sua deficiência provoca clorose internervural nas folhas. Comumente o suprimento deste nutriente é feito através do uso de calcário dolomítico ou magnesiano.

A relação Ca e Mg no solo, em $\text{cmol}_c / \text{dm}^3$, deve situar-se no intervalo de 1:1 até o máximo de 10:1, atentando-se para o fato de que o teor mínimo de magnésio é de $0,5 \text{ cmol}_c / \text{dm}^3$.

O enxofre nos tecidos das plantas está presente, em sua maior parte, compondo as moléculas de proteínas. Os teores, na matéria seca dos vegetais, variam de 0,2 % a 0,5 %.

Como integrante da estrutura molecular dos aminoácidos essenciais cistina e metionina, a sua deficiência interrompe a síntese de proteínas. Plantas deficientes em enxofre apresentam clorose uniforme, sintoma semelhante ao da deficiência de nitrogênio. Este nutriente apresenta a particularidade de não ser translocado das folhas velhas para as jovens.

Entre várias fontes de enxofre sobressaem os adubos superfosfato simples e sulfato de amônio, como também o gesso agrícola ou o enxofre elementar. Recomenda-se, em geral, de 10 a 30 Kg / ha do elemento como adubação.

1.6.5 MICRONUTRIENTES

As quantidades de micronutrientes absorvidos pelas plantas são baixas, conforme os seguintes limites de exigências das principais culturas (Curso..., 2001, p. 68).

Elemento	g / ha
Boro	11,0 - 300,00
Molibidênio	0,01 – 4,8
Cobre	1,0 - 181,00
Zinco	2,0 - 544,00
Ferro	15,0 - 3.400,00
Manganês	2,0 - 767,00

Quadro 8. Formas de absorção e principais funções dos micronutrientes nas plantas (GIANELLO et al. 1995).

Micronutriente	Formas de Absorção	Funções
Boro	H_3BO_3	Formação de paredes celulares
	$H_4BO_4^-$	Translocação de açúcares
	$B_4O_7(OH)_4^{2-}$	
Cloro	Cl^-	Fotossíntese Pressão osmótica das células
Cobre	Cu^{2+}	Fotossíntese e Enzimas
Ferro	Fe^{2+}	Cloroplastos
Manganês	Mn^{2+}	Fotossíntese e Enzimas
Molibidênio	$HMoO_4^-$	Fixação Biológica de N
	MoO_4^{2-}	Redução de NO_3^-
Zinco	Zn^{2+}	Enzimas

Fonte: Curso... 2001, p. 69

CAPÍTULO 2

CAPÍTULO II

SOLOS DO BRASIL

Neste capítulo serão feitas duas abordagens quanto ao Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, ou seja, o antigo utilizado pelo Projeto RADAMBRASIL nas décadas de 70/80 e o mais recente editado pela EMBRAPA Solos em 2006. Isto possibilitará ao leitor perceber as diferenças e similaridades entre nomenclaturas de classes de solos, conceitos, definições, terminologias, atributos, fórmulas e unidades para expressar resultados de análises físicas e químicas. A opção pelas citações do RADAMBRASIL é justificada por ser esta uma das fontes mais ricas em informações sobre levantamento, classificação e mapeamento de solos do Brasil, com uma abrangência territorial de alta magnitude que contempla áreas significativas dos biomas Amazônia, Cerrados, Pantanal, Caatinga e Mata Atlântica, sendo ainda hoje uma fonte substancial de referência para consultas.

Para orientar a interpretação dos exemplos de classes de solos no sistema antigo (Projeto RADAMBRASIL) e atual (EMBRAPA Solos 2006), serão apresentados abaixo alguns conceitos, fórmulas e definições de horizontes ou camadas do solo.

2.1 FÓRMULAS E CONCEITOS

- Complexo Sortivo (Obtido através da Análise Química do Solo)



Onde:

- **S** (Soma de Bases Trocáveis) = $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} + \text{K}^+ + \text{Na}^+$. Anteriormente expressa em meq / 100g de Argila, hoje é apresentada em Cmolc / Kg de Argila;
- **T** (Capacidade de Troca de Cátions ou CTC) = $\text{S} + \text{H}^+ + \text{Al}^{+++}$. Anteriormente expressa em meq / 100g de Argila, hoje é apresentada em Cmolc / Kg de Argila;
- **V** (Saturação por Bases, em %) = $100 \times \text{S} / \text{T}$;
- Saturação por Alumínio Trocável (Al^{+++}) $\rightarrow \% \text{Al}^{+++} = 100 \times \text{Al}^{+++} / (\text{Al}^{+++} + \text{S})$
- Percentagem de Saturação por Na^+ $\rightarrow \% \text{Na}^+ = 100 \times \text{Na}^+ / \text{T}$;

- **Ki** = Relação Molecular $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$. Indica o grau de intemperização do material de origem do solo. Quando esta Relação Molecular na fração argila é menor que 2, indica alto grau de intemperização do solo.
- **Kr** = Relação Molecular $\text{SiO}_2 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe})$. É usada para separar solos Cauliníticos e Oxídicos, conforme as seguintes especificações: Solos Cauliníticos: $\text{Kr} > 0,75$; Solos Oxídicos: Kr igual ou menor que 0,75.
- **Gradiente Textural** = Média das % de Argila Horizonte B (-B₃) / Média das % de Argila no Horizonte A. Expressa o Grau de Mobilização da Argila ao longo do Perfil do Solo, ou seja, a Translocação por Eluviação;
- **Grau de Flocculação da Argila** = $(\text{Argila Total} - \text{Argila Dispersa em H}_2\text{O}) \times 100 / \text{Argila Total}$;
- **Solos Eutróficos**: São aqueles que apresentam Saturação por Bases (V) > 50 %;
- **Solos Distróficos**: São os que apresentam Saturação por Bases (V) < 50 % ;
- **Solo Álico**: É aquele que apresenta elevado Teor de Al^{+++} nos primeiros 120 cm de profundidade ou em algum horizonte até esta profundidade. Convencionou-se que um Solo Álico é aquele que apresenta Saturação por Alumínio Superior a 50 %;
- **Argila de Atividade Alta**: É aquela cuja CTC (após correção do carbono) é Superior a 24meq / 100g de Argila (Conceito Antigo, utilizado pelo Projeto RADAMBRASIL);
- **Argila de Atividade Baixa**: é aquela que apresenta CTC Menor que 24meq / 100g de Argila (Conceito Antigo, utilizado pelo Projeto RADAMBRASIL);

2.2 ATRIBUTOS DIAGNÓSTICOS

Novos conceitos, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006).

- **Atividade da Fração Argila** (Valor T) – Está relacionada à Capacidade de Troca de Cátions (CTC ou Valor T) referente à fração argila, calculada pela expressão: $T \times 1000 / \text{g.Kg}^{-1}$;

- **Argila de Atividade Alta** (Ta) – Indica valor igual ou superior a 27 Cmolc / Kg de Argila, sem correção para carbono;

- **Argila de Atividade Baixa** (T b) – Indica valor inferior a 27 Cmolc / Kg de Argila, sem correção para carbono;

- **Saturação por Bases** (V %) – Refere-se à Proporção de Cátions Básicos Trocáveis em Relação à Capacidade de Troca de Cátions (CTC) determinada a pH 7. $V (\%) = 100 \times S / T$. Alta Saturação por Bases: V (%) Igual ou Superior a 50 % (Eutrófico); Baixa Saturação por Bases: V (%) Inferior a 50 % (Distrófico).

- **Caráter Ácrico** – Refere-se à soma de bases trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+) mais alumínio extraível por KCl 1mol. L⁻¹ (Al^{3+}) em quantidade igual ou inferior a 1,5 cmol_c / Kg de argila e que preencha pelo menos uma das seguintes condições:

a) pH KCl 1 mol. L⁻¹ igual ou superior a 5,0 ou

b) DpH positivo ou nulo (DpH = PH KCl – pH H₂O . Critério derivado de FAO (1994) e Estados Unidos (1994).

- **Caráter Alumínico** – Refere-se à condição em que o solo se encontra em estado dessaturado e é caracterizado por um Teor de Alumínio Extraível maior ou igual a 4 cmol_c / Kg de Solo associado à atividade de argila < 20 cmol_c / Kg de argila, além de apresentar Saturação por Alumínio ($100Al^{+++} / S + Al^{+++}$) maior ou igual a 50 % e/ou Saturação por Bases ($V \% = 100 S / T$) < 50 %.

- **Caráter Alítico** - Refere-se à condição em que o solo se encontra dessaturado e apresenta teor de Alumínio Extraível maior ou igual a 4 cmol_c / Kg de solo, associada à atividade de argila maior ou igual a 20 cmol_c / Kg de argila e Saturação por Alumínio 50% e/ou Saturação por Bases < 50%;

- **Caráter Êutrico** – É usado para distinguir solos que apresentam pH (em H₂O) maior ou igual a 5,7, conjugado com valor S (soma de bases) maior ou igual a 2,0 cmol_c / Kg de solo dentro da seção de controle que defina a classe .

- **Caráter Sódico** – Este termo é usado para distinguir horizontes ou camadas que apresentem Saturação por Sódio ($100 \times \text{Na}^+ / \text{T}$) Maior ou Igual a 15 % em alguma parte da seção de controle que define a Classe de Solo. OBS: Critério derivado dos EUA (1954);

- **Caráter Solódico** – Este termo é usado para distinguir horizontes ou camadas que apresentem saturação por Sódio variando de 6 % a < 15 % em alguma parte da seção de controle que defina a Classe de Solo. Critério derivado da FAO (1974);

- **Caráter Salino** – Propriedade 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, expressa por Condutividade Elétrica do extrato de saturação igual ou maior que 4dS / m e menor que 7dS / m (a25° C), em alguma época do ano. Critério derivado dos EUA (1951; 1954);

- **Caráter Sálco** – 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 do extrato de saturação maior ou igual a 7dS / m (a 25° C), em alguma época do ano.

- **Caráter Carbonático** – Propriedade referente à presença de 150g/Kg de solo ou mais de CaCO_3 equivalente sob qualquer forma de segregação, inclusive concreções, desde que não satisfaça os requisitos estabelecidos para horizonte cálcico. Critério derivado dos EUA (1975).

- **Mudança Textural Abrupta** – Consiste em um considerável aumento no teor de argila dentro de pequena distância na zona de transição entre o horizonte A ou E e o horizonte subjacente B. Quando o horizonte A ou E possuir menos que 200g de argila / Kg de solo, o teor de argila do horizonte B, determinado em uma distância vertical menor ou igual a 7,5cm, deve ser pelo menos o dobro do conteúdo do horizonte A ou E. Quando o horizonte A ou E apresentar 200g / Kg de solo ou mais de argila, o incremento de argila no horizonte B, determinado em uma distância vertical menor ou igual a 7,5cm, deve ser pelo menos de 200g / Kg a mais em valor absoluto na fração terra fina. Critério derivado da FAO (1974).

- **Caráter com carbonato** – Propriedade referente à presença de CaCO_3 equivalente sob qualquer forma de segregação, inclusive concreções, igual ou superior a 50g/Kg de solo e inferior a 150g/Kg de solo; esta propriedade discrimina solos sem caráter carbonático, mas que possuem CaCO_3 em algum horizonte. Critério conforme o suplemento do Soil Survey Manual (EUA, 1951).

- **Plintita** – É uma formação constituída de mistura de argila, pobre em carbono orgânico e rica em Ferro, ou Ferro e Alumínio, com grãos de quartzo e outros minerais. Ocorre comumente sob a forma de Mosqueados Vermelhos, Vermelho – Amarelados e Vermelho-Escuros, com padrões usualmente laminares, poligonais ou reticulados. Quanto à gênese, a Plintita se forma em ambiente úmido pela segregação de Ferro, 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 a segregação do mesmo, sob a forma de manchas vermelhas brandas. A Plintita não endurece irreversivelmente como resultado de um único ciclo de umedecimento e secagem. A plintita pode ocorrer em forma laminar, nodular, esferoidal ou irregular.

- **Petroplintita** – Material normalmente proveniente da plintita, que sob efeito de ciclos repetitivos de umedecimento seguidos de ressecamento acentuado, sofre consolidação vigorosa dando origem à formação de nódulos ou de concreções ferruginosas (“ironstone”, concreções lateríticas, canga, tapanhoacanga) de dimensões e formas variadas individualizadas ou aglomeradas.

- **Caráter Plíntico** – Usado para distinguir solos que apresentam plintita em quantidade ou espessura insuficientes para caracterizar horizonte plíntico, em um ou mais horizontes, em alguma parte da seção de controle que defina a classe. É requerida plintita em quantidade mínima de 5% por volume.

- **Caráter Concrecionário** – Termo usado para definir solos que apresentam petroplintita na forma de nódulos ou concreções em um ou mais horizontes dentro da seção de controle que defina a classe em quantidade e/ou com espessura insuficientes para caracterizar horizonte concrecionário. É requerida petroplintita em quantidade mínima de 5% por volume.

- **Caráter Argilúvico** – É 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.

- **Caráter Plânico** – É 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 e que ocorrem em toda a extensão do horizonte, excluindo-se horizonte com caráter plíntico.

- **Caráter Vértico** – Presença de “ slickensides” (superfícies de fricção), fendas, ou estrutura cuneiforme e, ou, paralelepédica, em quantidade e expressão insuficientes para caracterizar horizonte vértico.

- **Superfície 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 expansividade do material argiloso por umedecimento. São superfícies tipicamente inclinadas, em relação ao prumo dos perfis. Comum aos solos Vertissolos.

- **Contato Lítico** – Refere-se à presença de material mineral extremamente resistente subjacente ao solo (exclusive horizontes petrocálcico, litoplíntico, concrecionário, duripã e fragipã), cuja consistência é de tal ordem que mesmo quando molhado torna a escavação com a pá reta impraticável ou muito difícil impedindo o livre crescimento do sistema radicular e circulação da água, que é limitado às fraturas e diaclases que possam ocorrer. Estes materiais são representados pela rocha sã ou por rochas muito fracamente alteradas (R), que podem ser de qualquer natureza (ígneas, metamórficas ou sedimentares), ou por rochas fraca a moderadamente alteradas (RCr, CrR).

- **Contato Lítico Fragmentário** – Refere-se a um tipo de contato lítico em que o material endurecido subjacente ao solo encontra-se fragmentado, normalmente, em razão de fraturas naturais, favorecendo a penetração de raízes e a livre circulação da água.

- **Caráter Epiáquico** - Este caráter ocorre em solos que apresentam lençol freático superficial temporário resultante da má drenagem da água apresentada por alguns horizontes do solo. Esta condição de saturação com água permite que ocorram os processos de redução e segregação de ferro nos horizontes que antecedem ao B e, ou, no topo deste.

- **Caráter Ebânico** – Diz respeito à dominância de cores escuras, quase pretas, na maior parte do horizonte diagnóstico subsuperficial.

2.3 OUTROS ATRIBUTOS

Novos conceitos, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

Estes atributos, por si só, não diferenciam classes de solos, mas são características importantes que auxiliam na definição das mesmas.

- **Cerosidade** – É a concentração de material inorgânico, preenchendo poros ou revestindo unidades estruturais (agregados ou peds) ou partículas de frações grosseiras como grãos de areia, que se apresentam em nível macromorfológico com aspecto lustroso e brilho graxo, similar à cera derretida e escorrida. Pode ser resultante do revestimento por material inorgânico, frequentemente argila e/ou do re-arranjo de partículas nas superfícies das unidades estruturais causado pela variação do volume da massa do solo em decorrência das flutuações na umidade entre períodos secos e úmidos. Tal característica observada e descrita no levantamento de campo pode ser também visualizada micromorfológicamente, como revestimentos de argilas iluviais ou argilas de estresse.

Incluem-se nesta condição, todas as ocorrências em suas variadas 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.

- **Superfície de Compressão** – São superfícies alisadas, virtualmente sem estriamento, provenientes de compressão na massa do solo em decorrência de expansão do material, podendo apresentar certo brilho quando úmidas ou molhadas.

Esta característica é mais comum em solos de textura argilosa ou muito argilosa, cujo elevado teor de argila gera certa expansibilidade por ação de hidratação.

- **Gilgai** – É o microrrelevo típico de solos argilosos que têm um 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 pequenas depressões e elevações. Critério conforme Estados Unidos da América (1975).

- **Autogranulação (“Self-Mulching”)** – Propriedade inerente a alguns materiais argilosos expressa 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 pela ação de um único ciclo de umedecimento e secagem. Critério conforme EUA (1975).

- **Relação Silte/Argila** – Esta relação é calculada dividindo-se os teores de silte pelos de argila, oriundos da análise granulométrica do solo. A relação silte/argila serve como parâmetro para avaliar o estágio de intemperismo presente em solos de regiões tropicais. É empregada em solos de textura franco arenosa ou mais fina. 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, indica baixos teores de silte e, por conseqüência, alto grau de intemperismo. É também utilizada para diferenciar horizonte B latossólico de B incipiente, quando eles apresentam características morfológicas semelhantes, principalmente para solos cujo material de origem é derivado de rochas cristolafilianas, como as graníticas e gnáissicas.

- **Minerais Alteráveis** – São aqueles instáveis em clima úmido, em comparação com outros minerais, tais como quartzo e argilas do grupo das caulinitas, e que, ao se intemperizarem, liberam nutrientes para as plantas e/ou ferro ou alumínio. Os minerais aqui incluídos como facilmente alteráveis são 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, embora nem sempre pertencentes à fração argila;

* minerais encontrados na fração entre 0,002 a 2mm (minerais da fração silte e areia): feldspatos, feldspatóides, minerais ferromagnesianos, vidros vulcânicos, fragmentos de conchas, zeólitos, apatitas e micas, que inclui a muscovita que resiste por algum tempo à intemperização, mas que termina, também, desaparecendo.

Critério derivado da FAO (1990) e dos EUA (1994).

2.4 HORIZONTES DIAGNÓSTICOS SUPERFICIAIS E SUBSUPERFICIAIS (Novos conceitos segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, Embrapa, 2006)

2.4.1 HORIZONTES DIAGNÓSTICOS SUPERFICIAIS

- **Horizonte Hístico** - É um tipo de horizonte constituído predominantemente de material orgânico, contendo 80g/Kg ou mais de carbono orgânico, resultante de acumulações de resíduos vegetais depositados superficialmente, ainda que, na ocasião, apresente-se recoberto por horizontes ou depósitos minerais ou por camadas orgânicas mais recentes. Mesmo tendo sido revolvido, por mecanização, em sua parte superficial, os teores de matéria orgânica, após mesclagem com material mineral, ainda mantêm-se elevados.

Caracteriza-se por abranger materiais depositados nos solos sob condições de excesso de água (horizonte H), por longos períodos ou durante o ano todo, ainda que no presente tenham sido artificialmente drenados, e materiais acumulados em condições de drenagem livre (horizonte O), sem estagnação de água, em função do clima úmido, como em ambiente altimontano.

- **Horizonte A Chernozêmico** – É um horizonte mineral superficial,

relativamente espesso, de cor escura, com alta saturação por bases. A Saturação por Bases (V %) é de 65 % ou mais, com predomínio do íon Cálcio e/ou Magnésio. Apresenta estrutura do solo suficientemente desenvolvida, com agregação e grau de desenvolvimento moderado ou forte, não sendo admitida, ao mesmo tempo, estrutura maciça e consistência dura ou muito dura quando seco. O limite superior do teor de carbono orgânico, para caracterizar o horizonte A chernozêmico, é o limite inferior excludente do horizonte hístico.

- **Horizonte A Proeminente** – As características deste tipo de horizonte são comparáveis àquelas do A Chernozêmico, no que se refere a cor, teor de carbono orgânico, consistência, estrutura e espessura, diferindo, essencialmente, por apresentar saturação por bases inferior a 65 %.

- **Horizonte A Húmico** – É um horizonte mineral superficial de cor escura com valor e croma (cor do solo úmido) igual ou inferior a 4,0 e saturação por bases inferior a 65 %, devendo apresentar espessura mínima como a preconizada para o horizonte A chernozêmico e teor de carbono orgânico inferior ao limite mínimo para caracterizar o Horizonte Hístico.

- **Horizonte A Antrópico** - É um horizonte formado ou modificado pelo uso contínuo do solo, pela ação do homem, como lugar de moradia 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. Assemelha-se aos horizontes A chernozêmico ou A húmico e difere destes por apresentar teor de P_2O_5 solúvel em ácido cítrico mais elevado que na parte inferior do *solum*, ou a presença no horizonte A de artefatos líticos e, ou, cerâmicas, que caracterizam a ação antrópica.

- **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. Apresenta como características estrutura em grãos simples, maciça ou com grau fraco de desenvolvimento; teor de carbono orgânico inferior a 6g / Kg ; ou espessura menor que 5 cm (todo horizonte superficial com menos de 5 cm de espessura é fraco).

- **Horizonte A Moderado** – Em geral o horizonte A moderado difere dos horizontes A chernozêmico, proeminente e húmico pela espessura e/ou cor e do A fraco pelo teor de carbono orgânico e estrutura, não apresentando ainda os requisitos para caracterizá-lo como horizonte hístico ou o A antrópico. São incluídos nesta categoria os horizontes que não se enquadram no conjunto das definições para os demais horizontes diagnósticos superficiais.

2.4.2 HORIZONTES DIAGNÓSTICOS SUBSUPERFICIAIS

- **Horizonte B Latossólico** - É um horizonte mineral subsuperficial, cujos constituintes evidenciam avançado estágio de intemperização, explícita pela alteração quase completa dos minerais primários menos resistentes ao intemperismo e/ou de 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. O horizonte B latossólico deve apresentar, entre outras, as seguintes características:

- Espessura mínima de 50 cm, textura franco arenosa ou mais fina e baixos teores de silte, de modo 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 200 cm (ou 300 cm se o horizonte A exceder a 150 cm de espessura).

A CTC no horizonte B Latossólico deve ser menor do que $17 \text{ Cmol}_c / \text{Kg}$ de Argila, sem correção para carbono;

- A Relação Molecular $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$ (K_i) 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.

- Sua estrutura pode ser fortemente desenvolvida, quando os elementos estruturais 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 em B, quando seco, varia de macia a muito dura e firme a muito friável quando úmido.

- **Horizonte B Textural** - É um horizonte mineral subsuperficial com textura franco arenosa ou mais fina onde houve incremento de argila (fração < 0,002 mm), orientada ou não, desde que não exclusivamente por descontinuidade de material originário, resultante de acumulação ou concentração absoluta ou relativa decorrente de processos de lluviação e/ou formação *in situ* e/ou herdada do material de origem e/ou infiltração de argila ou argila mais silte, com ou sem matéria orgânica e/ou destruição de argila no horizonte A e/ou perda de argila no horizonte A por erosão diferencial. O conteúdo de argila do horizonte B textural é maior que o do horizonte A ou E e pode, ou não, ser maior que o do horizonte C.

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, com orientação paralela às superfícies que revestem, ao contrário das argilas formadas *in situ*, que apresentam orientação desordenada. A cerosidade levada em conta na identificação do B textural é constituída por revestimentos de materiais coloidais minerais que, se bem desenvolvidos, são facilmente perceptíveis pelo aspecto lustroso e brilho graxo preenchendo poros e revestindo unidades estruturais (agregados ou peds). Apesar da importância da cerosidade na identificação de campo da maioria dos horizontes B texturais, sua simples ocorrência pode não ser suficiente para caracterizar o B textural, sendo necessário conjuga-la com outros critérios auxiliares.

- **Horizonte B Incipiente** – Trata-se de horizonte subsuperficial, subjacente ao A, Ap ou AB, que sofreu alteração física e química em grau não muito avançado, porém suficiente para o desenvolvimento de cor ou de unidades estruturais, e no

qual mais da metade do volume de todos os subhorizontes não deve consistir em estrutura da rocha original.

- **Horizonte B Espódico** – É um horizonte mineral subsuperficial, com espessuramínima de 2,5cm, que apresenta Acumulação iluvial de Matéria Orgânica, associada a complexos de sílica-alumínio ou húmus-alumínio, com presença ou não de ferro. Ocorre, normalmente, sob qualquer tipo de horizonte A ou sob um horizonte E (álbico ou não) que pode ser precedido de horizonte A ou horizonte hístico.

De um modo geral, o horizonte B espódico não apresenta organização estrutural definida, possuindo tipos de estrutura na forma de grãos simples ou maciça, podendo, eventualmente, ocorrer outros tipos de estrutura com fraco grau de desenvolvimento. Neste horizonte podem ocorrer partículas de areia e silte, com revestimentos parciais de matéria orgânica, material amorfo e sesquióxidos livres, ou preenchimento de poros por esses materiais, bem como grânulos de matéria orgânica e sesquióxidos de diâmetro entre 20 e 50mm .

- **“ORTSTEIN”** – É um horizonte B Espódico, contínuo ou praticamente contínuo, cimentado por Matéria Orgânica e Alumínio, com ou sem Ferro (Bhm, Bhsm ou Bsm), ocupando 50 % ou mais da área do horizonte e com 2,5 cm ou mais de espessura.

- **Horizonte Plíntico** – Caracteriza-se pela presença de Plintita em quantidade igual ou superior a 15 % (por volume) e espessura de pelo menos 15 cm. 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 frequentemente amarelo-claras). Muitos horizontes plínticos possuem matiz acinzentada ou esbranquiçada, com mosqueados abundantes de cores vermelho, vermelho-amarelada e vermelho-escuro, ocorrendo, também, mosqueados com tonalidade amarelada.

A textura é franco arenosa ou mais fina. A estrutura é variável, podendo ser maciça, ou com forma de blocos fraca ou moderadamente desenvolvida, ocorrendo

também estrutura prismática composta de blocos, sobretudo nos solos com argila de atividade alta. Comumente possui argila de atividade baixa, com relação molecular K_i entre 1,20 e 2,20, entretanto tem sido constatada também argila de atividade alta neste horizonte.

O horizonte plíntico se forma em terrenos com lençol freático alto ou que pelo menos manifeste restrição temporária à percolação da água. Regiões de clima quente e úmido, com relevo plano a suave ondulado de áreas baixas, favorecem o desenvolvimento deste tipo de horizonte, por permitir que o terreno se mantenha saturado com água durante parte do ano e submetido a flutuações do nível do lençol freático.

- **Horizonte Concrecionário** - É um horizonte mineral constituído de 50% ou mais, por volume, de material grosseiro com predomínio de petroplintita, do tipo nódulos ou concreções de ferro ou de ferro e alumínio, numa matriz terrosa de textura variada ou matriz de material mais grosseiro. Pode apresentar qualquer um dos seguintes horizontes: Ac, Ec, Bc ou Cc. Para ser diagnóstico deve ter no mínimo 30cm de espessura.

- **Horizonte Litoplíntico** - É um horizonte constituído por petroplintita contínua ou praticamente contínua. Este pode englobar uma seção do perfil muito fraturada contudo exista predomínio de blocos de petroplintita com tamanho mínimo de 20cm, ou as fendas que aparecem sejam poucas e separadas umas das outras por 10cm ou mais.

Para ser diagnóstico, o horizonte litoplíntico deve possuir uma espessura de 10cm ou mais. Este horizonte constitui um sério obstáculo à penetração das raízes e ao livre fluxo da água. Ele difere de um horizonte B espódico cimentado (“ortstein”) por conter pouca ou nada de matéria orgânica.

- **Horizonte GLEI** – É um horizonte mineral subsuperficial ou eventualmente superficial, com espessura de 15 cm ou mais, com menos de 15% de plintita, 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 o ano todo, 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 mesmo neutras, tornando-se, porém, mais brunadas ou amareladas por exposição do material ao ar. Quando apresenta estrutura com agregação, as faces dos elementos estruturais manifestam cor acinzentada ou azulada ou ainda esverdeada ou neutra com uma fase contínua podendo ter mosqueamento de cores mais vivas. Quando inexistem elementos estruturais, a matriz do horizonte (fundo) tipicamente apresenta cromas 1 ou menor, com ou sem mosqueados. O horizonte Gleis pode ser um horizonte C, B, E ou hístico ou A, exceto o fraco.

- **Horizonte E Álbico** – É um horizonte mineral comumente subsuperficial, no qual a remoção ou segregação de material coloidal mineral e orgânico progrediu a tal ponto que a cor do horizonte é determinada principalmente pela cor das partículas primárias de areia e silte e não por revestimento nessas partículas. Possui no mínimo 1,0 cm de espessura.

- **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, que 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 sobrejacentes e é aparentemente cimentado quando seco, tendo portanto consistência dura, muito dura ou extremamente dura.

Quando úmido, o fragipã torna-se quebradiço em grau variável de fraco a moderado e seus elementos estruturais ou fragmentos manifestam tendências de rompimento súbito, 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, desagregando-se em curto espaço de tempo (aproximadamente 2 horas). É usualmente mosqueado e pouco ou muito pouco permeável à água. Quando sua textura é média ou argilosa,

o fragipã normalmente apresenta partes esbranquiçadas (ambiente de redução) em torno de poliedros ou prismas, os quais se distanciam de 10cm, ou mais, no sentido horizontal, formando um arranjo poligonal grosseiro. O fragipã apresenta restrições à penetração das raízes e ao fluxo da água no horizonte em que ocorre.

- **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. Apresentam consistência, quando úmidos, muito firme ou extremamente firme e são sempre quebradiços, mesmo após prolongado umedecimento. As raízes e a água não penetram na parte cimentada, a não ser ao longo de fraturas verticais que se distanciam de 10 cm ou mais. Corresponde à parte de conceito de “indurated pans” (EUA, 1951; 1994).

- **Horizonte Cálcico** – É um horizonte formado pela acumulação de carbonato de cálcio. Esta acumulação normalmente está no horizonte C, mas pode ocorrer no horizonte B ou A. Consiste em uma camada com espessura de 15 cm ou mais, enriquecida com carbonato de cálcio secundário contendo 150g / Kg ou mais de carbonato de cálcio equivalente e tendo no mínimo 50g / Kg a mais de carbonato que o horizonte ou camada subjacente. Se tal horizonte cálcico está sobre mármore, marga ou outros materiais altamente calcínicos (400g / Kg ou mais de CaCO_3 equivalente), a percentagem de carbonatos não necessita decrescer em profundidade. Conforme “ calcic horizon” (EUA, 1975).

- **Horizonte Petrocálcico** – É um horizonte contínuo, resultante da consolidação e cimentação de um horizonte cálcico enriquecido por carbonato de cálcio, ou, em alguns locais, com carbonato de magnésio. Progressivamente torna-se endurecido e maciço passando a ser reconhecido como horizonte petrocálcico. É maciço ou de estrutura 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 das raízes, a não ser através de fraturas verticais, que se distanciam de 10cm ou mais. Apresenta espessura mínima superior a 10cm, exceto no caso de horizonte laminar sobre rocha consolidada, que nesta circunstância será considerado um horizonte petrocálcico se possuir espessura igual ou superior a 1,0cm. Conforme” petrocalcic horizon” (EUA, 1994).

- **Horizonte Sulfúrico** - Este tipo de horizonte tem 15cm ou mais de espessura e é composto de material mineral ou orgânico cujo pH em água (1:2,5 ; solo/água) é de 3,5 ou menor, evidenciando a presença de ácido sulfúrico. Além disso, deve possuir uma ou mais das seguintes características: a) concentração de jarosita; ou b) materiais sulfídricos imediatamente subjacentes ao horizonte; ou c) 0,05% ou mais de sulfato solúvel em água.

Quanto à cor da jarosita não há especificação, podendo ter croma 3 ou maior, não sendo necessariamente requerida a presença deste mineral. Horizontes sulfúricos sem jarosita são encontrados em materiais com alto teor de matéria orgânica, ou em materiais minerais de um período geológico anterior expostos à superfície.

A formação de um horizonte sulfúrico da-se pela oxidação de materiais minerais ou orgânicos ricos em sulfetos, como consequência da drenagem, mais comumente artificial. Tal horizonte apresenta condições de acidez altamente tóxicas para a maioria das plantas. Também pode formar-se em locais onde materiais sulfídricos tenham sido expostos como resultado da mineração de superfície, construção de estradas, dragagem ou outras operações de movimento de terra. Critério derivado de EUA (1994) e de Bissani et al (1995).

- **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 está inclinado de 10° ou mais em relação à horizontal, e fendas em algum período mais seco do ano com pelo menos 1 cm de largura. A sua textura mais frequentemente varia de argilosa a muito argilosa, admitindo-se na faixa de textura média um mínimo de 300g/Kg de argila. O horizonte vértico pode coincidir com horizonte AC, B (Bi ou Bt) ou C, e apresentar cores escuras, acinzentadas, amareladas ou avermelhadas. Para ser diagnóstico, este horizonte deve apresentar uma espessura mínima de 20 cm.

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 os horizontes B incipiente, B nítico e glei.

- **Horizonte B Plânico** – É um tipo especial de horizonte B Textural, com ou sem caráter sódico, subjacente a horizonte A ou E, apresentando transição abrupta para os horizontes suprajacentes, normalmente associada a mudança textural abrupta. Apresenta estrutura prismática, ou colunar, ou em blocos angulares e subangulares grandes ou médios, e às vezes maciços, permeabilidade lenta ou muito lenta e cores acinzentadas ou escurecidas, 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 formação de lençol de água suspenso, de existência temporária.

- **Horizonte B Nítico** – Horizonte mineral subsuperficial, não hidromórfico, textura argilosa ou muito argilosa, sem incremento de argila do horizonte A para B ou com pequeno incremento, traduzido em relação textural B/A sempre inferior a 1,5. Comumente apresentam argila de atividade baixa ou caráter alítico. Estrutura de grau moderado ou forte é em blocos subangulares e, ou, angulares, ou prismática, com superfícies reluzentes dos agregados, característica esta descrita a campo como cerosidade de quantidade e grau de desenvolvimento no mínimo comum e moderada. Apresentam transição gradual ou difusa entre os subhorizontes do Horizonte B.

Foi utilizada a avaliação de características de perfis do Podzólico Vermelho-Escuro, Terra Roxa Estruturada, Terra Roxa Estruturada Similar, Terra Bruna Estruturada, Terra Bruna Estruturada Similar e Rubrozém, descritos em levantamentos de solos de diferentes estados brasileiros. Com informação complementar do conceito de propriedade Nítica (FAO, 1990) e “Kandic Horizon” (EUA, 1994).

CAPÍTULO 3

CAPÍTULO III

CLASSES DE SOLOS

Neste capítulo a nomenclatura utilizada é a antiga.

3.1 EXEMPLOS DE CLASSES DE SOLOS E RESPECTIVAS UNIDADES DE MAPEAMENTO

3.1.1 LATOSSOLO VERMELHO – ESCURO - Projeto Radambrasil, Folha SD. 23 Brasília (BRASIL, 1982). LATOSSOLO VERMELHO na classificação atual.

a. Características:

- Esta Classe compreende solos com Horizonte "B" Latossólico;
- São solos minerais não hidromórficos;
- Profundos a Muito profundos, apresentando seqüência de Horizontes A, B e C;
- Profundidade de A + B normalmente Superior a 2m;
- Transições Difusas e Graduais entre os horizontes, exceção para algumas transições Claras entre A e B, em decorrência do escurecimento pela Matéria Orgânica no horizonte A;
- Possuem Baixo Gradiente Textural, principalmente àqueles com textura argilosa ou muito argilosa;
- Apresentam coloração entre Vermelha a Vermelha Muito Escura nos matizes 2,5 YR a 10 R;
- São solos muito porosos, com Alto Grau de Floculação;
- Fortemente a bem Drenados ;

- Morfologicamente ocupam os relevos com Declive Pouco Acentuados;
- A interação dos fatores Solo-Relevo lhes confere alta Resistência à Erosão;
- Como Características Químicas, apresentam Baixa CTC (Valor T < 13 me / 100g de Argila) em decorrência da Fração Coloidal ser constituída, principalmente de ARGILO-MINERAIS do Grupo da CAULINITA, SESQUIÓXIDOS, QUARTZO e outros Minerais Resistentes ao Intemperismo, exceção para alguns LVE Eutróficos, provenientes de alterações de rochas do Grupo BAMBUÍ (Calcários, Filitos...etc);
- Baixos teores de Argila Dispersa em Água (Argila Natural), consequentemente Alto Grau de Floculação;
- Baixos teores de SILTE, em virtude do avançado grau de Intemperização destes solos, por tanto, Relação Silte/Argila < 0,7;
- Baixa Relação Ki ($\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$) < 2,0;

b. Unidades de mapeamento (alguns exemplos):

- **Classificação – Latossolo Vermelho-Escuro Álico, “A” Moderado Textura Argilosa fase Cerrado Subcaducifólio Relevo Plano. (Perfil N° 01)**
- Unidade de Mapeamento – LE a5;
- Localização: CPAC (EMBRAPA Cerrados) Área com 2 % de Declividade;
- Altitude – 950m;
- Litologia e Formação Geológica – Cobertura Detrito-Laterítica / Terciário;
- Material Originário – Cobertura de caráter Argiloso;
- Relevo – Plano;

- Erosão – Laminar Ligeira;
- Drenagem – Bem Drenado;
- Vegetação – Cerradão Subcaducifólio com Substrato Graminóide;
- Uso Atual – Pastagem Natural.
- **HORIZONTES:** Ap (0 – 10 cm); A3 (10 – 35 cm) ; B1 (35 – 70 cm); B21 (70 – 150 cm) e B22 (150 – 260 cm).
- Argila Dispersa em Água (%) – 14 – 6 – 1 – 0 – 0;
- Floculação (%) – 69 – 87 – 98 – 100 – 100;
- % Silte / % Argila - 0,42 – 0,39 – 0,38 – 0,38 – 0,45;
- pH em Água - 4,9 – 4,8 – 4,9 – 5,0 – 4,6;
- Al⁺⁺⁺ (Me / 100g) - 1,9 – 2,0 – 1,6 – 1,5 – 0,7;
- Valor S (Me / 100g) - 0,5 – 0,3 – 0,3 – 0,2 – 0,2;
- Valor T (Me / 100g) - 10,2 – 8,1 – 7,1 – 6,1 – 3,6;
- Valor V (%) – 5 – 4 – 4 – 3 – 6;
- Saturação por Al⁺⁺⁺ (%) – 79 – 87 – 84 – 88 – 78;
- Ki (SiO₂ / Al₂O₃) - 1,54 – 1,51 – 1,55 – 1,47 – 1,51;
- P (ppm) – 2 – 1 – x – x – x ;
- **Classificação – Latossolo Vermelho-Escuro Eutrófico, “A” Moderado Textura Muito Argilosa fase Transição Floresta / Caatinga Relevo Plano.**
- Unidade de Mapeamento – Ce 29;
- Localização- Estrada Jaíba – Mocambinho. Município de Manga MG;

- Formação Geológica e Litologia – Pré-Cambriano. Grupo Bambuí;
- Material Originário – Proveniente da Alteração de Rochas do Grupo Bambuí;
- Relevo Local e Regional – Plano;
- Altitude – 460m;
- Drenagem – Bem Drenado;
- Erosão – Não Aparente;
- Vegetação Primária – Transição Floresta / Caatinga;
- Uso Atual – Culturas de Feijão-Mulatinho e Sorgo.
- HORIZONTES: Ap (0 – 20 cm) – B21 (40 – 70 cm) – B22 (70 – 110 cm);
- Teor de Argila (%) – 61 – 69 – 71;
- Argila Dispersa em Água (%) – 39 – 0 – 0;
- Grau de Flocculação (%) - 36 – 100 - 100;
- % Silte / % Argila – 0,36 – 0,25 – 0,23;
- pH em Água – 6,3 – 5,4 – 4,8;
- Al⁺⁺⁺ (Me / 100g) - 0,0 – 0,1 – 0,5;
- Valor S (Me / 100g) - 12,9 – 7,0 - - 5,4;
- Valor T (Me / 100g) - 16,6 – 10,9 – 10,0;
- Valor V (%) – 78 – 64 – 54;
- Ki - 1,84 – 1,84 – 1,92;
- P assimilável (ppm) - 1 - < 1 - < 1

OBS: Ilustração desta classe de solo (Figura 4)



Figura 4: Perfil de **LATOSSOLO VERMELHO – ESCURO** – Eutrófico A moderado
textura argilosa relevo plano Estrada Janaúba – Otinolandia (Jaíba) – MG.
Fonte : Projeto RADAMBRASIL – Vol 29

3.1.2 LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO - Projeto Radambrasil, Folha SD. 23, BRASÍLIA (BRASIL, 1982). LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS na classificação atual.

a. Características:

- Esta Classe compreende Solos Minerais, Não Hidromórficos, Profundos com "B" Latossólico apresentando seqüência de Horizontes A, B e C ;
- Apresentam características Morfológicas, Físicas e Químicas semelhantes às descritas para a Classe Latossolo Vermelho-Escuro, diferindo desta, essencialmente, por apresentarem cores mais claras (matizes 5 YR a 10YR);
- Normalmente os solos desta classe estão associados a áreas de relevo Plano e Suave Ondulado;
- Na maioria dos casos apresentam Textura Média e Argilosa e, com menor freqüência, Textura Muito Argilosa;
- O Tipo de Horizonte "A" predominantemente corresponde ao Epipedon Ócrico da classificação Americana de Solos (Horizontes "A" Fraco e "A" Moderado do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos). OBS: O Horizonte "A" Fraco difere do "A" Moderado por apresentar teores mais baixos de Matéria Orgânica e Cores Mais Claras;
- No âmbito desta classe verificam-se Solos Álicos, Distróficos e Eutróficos, com predominância para os dois primeiros;
- Os LVA Álicos são fortemente ácidos, Saturação por Alumínio (Al^{+++}) superior a 50 % e Saturação por Bases (V %) inferior a 30 %;
- Os LVA Distróficos são fortemente ácidos, Saturação por Alumínio Trocável (Al^{+++}) comumente superior a 30 % e Saturação por bases inferior a 50 %;
- Os LVA de caráter Eutrófico, de ocorrência mais rara e restrita, estão

associados a Materiais Originários de Composição Química rica em nutrientes derivados de Rochas do Pré-Cambriano.

b. Unidades de Mapeamento (alguns exemplos de LVA)

- **Classificação: Latossolo Vermelho-Amarelo Álico “A” Moderado Textura Muito Argilosa fase Floresta Subcaducifólia relevo Plano;**

- Unidade de Mapeamento - L Va3;
- Localização – Ha 6 Km do entroncamento da Rodovia DF-18 com a BR-251, em direção a Unaí, entrando 2 Km à esquerda;
- Altitude - 1.080 m ;
- Litologia e Formação Geológica - Cobertura Detrito-Laterítica /Terciário;
- Material Originário – Cobertura de Caráter Argiloso;
- Relevo – Plano;
- Erosão – Laminar Ligeira ;
- Drenagem – Bem Drenado;
- Vegetação – Floresta Subcaducifólia;
- Uso Atual – Pastagem de Capim-gordura;
- **HORIZONTES:** O₂ (2 – 0 cm) - A₁ (0 – 10 cm) – A₃ (10 – 25 cm) – B₁ (25 – 38cm) – B₂₁ (38 – 90 cm) – B₂₂ (90 – 240 cm) – B₃ (240 – 300 cm);
- % de Argila no Perfil - 71 – 77 – 88 – 88 – 90 – 89 – 87;
- Argila Dispersa em H₂O (%) - 44 – 32 – 54 – 45 – 45 – 00;
- Grau de Floclulação (%) - 38 – 58 – 39 – 49 – 50 – 100 – 100;
- % Silte / % Argila - 0,23 – 0,19 – 0,11 – 0,11 – 0,09 – 0,1 – 0,13;

- pH em Água - 5,3 – 5,2 – 5,0 – 4,8 – 5,0 – 5,6 – 5,6;
- Al⁺⁺⁺ (Me / 100g) - 0,5 – 1,0 – 1,0 – 0,8 – 0,3 – 0,0 – 0,0;
- Valor S (Me / 100g) - 10,0 – 4,0 – 0,8 – 0,5 – 0,2 – 0,6 – 0,2;
- Valor T (Me / 100g) - 28,2 – 16,3 – 9,2 – 7,3 – 4,7 – 3,1 – 2,1
- Valor V (%) - 25 – 25 – 9 – 7 – 4 – 19 – 10;
- Ki - 0,85 – 0,84 – 0,83 – 0,81 – 0,79 – 0,76 – 0,86;
- Saturação por Al⁺⁺⁺ (%) - 5 – 20 – 36 – 62 – 60 – 0 – 0;
- P assimilável (ppm) - 1 – 1 - < 1 – 1 – 1 – 1 – 1.
- **Classificação – Latossolo Vermelho-Amarelo Álico “A” Moderado
Textura Argilosa fase Caatinga Altimontana Relevo Plano** (Perfil N° 06).
- Unidade de Mapeamento - LV a 1 ;
- Localização - Município de Ibitiara – BA ;
- Formação Geológica e Litologia – Pré-Cambriano (A); Grupo Chapada de Diamantina;
- Material Originário – Cobertura de Material Argilo-Arenoso sobre Arenitos e Quartzitos;
- Relevo – Local Plano; Regional, Plano e Suave Ondulado;
- Altitude – 900m;
- Drenagem – Acentuadamente Drenado;
- Erosão – Não Aparente;
- Vegetação Local – Caatinga Altimontana, destaque para Mirtáceas;

- Vegetação Regional – Caatinga Altimontana predominantemente densa e Arbórea / Arbustiva;
- **HORIZONTES:** A₁ (0 – 15 cm) – A₃ (15 – 30 cm) – B₁ (30 – 60 cm) – B₂₁ (60 – 95 cm) – B₂₂ (95 – 130 cm) – B₂₃ (130 – 170 cm);
- % de Argila no Perfil - 32 – 37 – 46 – 44 – 48 – 50 – 48;
- Argila Dispersa em Água (%) - 12 – 1 – 0 – 0 – 0 – 0 – 0;
- Grau de Floculação (%) - 63 – 97 – 100 – 100 – 100 – 100 – 100;
- % Silte / % Argila - 0,31 – 0,24 – 0,26 – 0,25 – 0,27 – 0,28 – 0,46;
- pH em H₂O - 4,3 – 4,5 – 4,2 – 4,4 – 4,4 – 4,7 – 5,0 – 5,2;
- Valor de Al⁺⁺⁺ (Me / 100g) - 1,4 – 1,2 – 1,2 – 1,2 1,0 – 0,8 – 0,4;
- Valor S (Me / 100g) - 0,6 – 0,3 – 0,2 – 0,4 – 0,3 – 0,3 – 0,6;
- Valor T (Me / 100g) - 5,9 – 4,1 – 3,3 – 3,8 – 3,2 – 2,7 – 2,8;
- Valor V (%) - 10 – 7 – 6 – 11 – 9 – 11 – 21;
- Ki (SiO₂ / Al₂O₃) - 1,82 – 1,82 – 1,79 – 1,75 – 1,85 – 1,82 – 1,53 – 1,87;
- Saturação por Al⁺⁺⁺ (%) - 70 – 80 – 86 – 75 – 77 - - 73 – 40;
- P assimilável (ppm) - 1 – 1 – 1 – 1 – 1 – 1 .

OBS: Ilustração desta classe de solo (Figura 5)



Figura 5: Perfil de **LATOSSOLO VERMELHO – AMARELO** – Álico A moderado
textura média relevo plano BR – 242 , Seabra – Ibotirama – BA.
Fonte: Projeto RADAMBRASIL – Vol 29

3.1.3 LATOSSOLO ROXO – Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná, Tomo I, Londrina (EMBRAPA, 1984). LATOSSOLOS VERMELHOS na classificação atual.

a. Características

Esta Classe é constituída por solos Minerais, Não Hidromórficos, com horizonte “B” Latossólico, formados a partir de Rochas Eruptivas Básicas;

São de Coloração Arroxeadas, muito Profundas, Porosas, Muito Friáveis, Acentuadamente Drenadas, com Argila de Baixa CTC e elevados Teores de Sesquióxidos de ferro, alumínio e óxidos de titânio e manganês;

Possuem seqüência de horizontes A, B e C, sendo que as transições são normalmente menos nítidas entre o A e B nas regiões de clima mais quente do que nas de clima frio, onde o acúmulo de matéria orgânica no horizonte superficial, contribui para um maior contraste entre estes horizontes;

Os solos desta Classe podem ser distróficos, ou seja, de baixa fertilidade natural, ácidos e com teores de alumínio trocável que variam de moderado a elevado e, eutróficos de alta fertilidade natural sem a presença de alumínio trocável;

Os solos desta classe são muito profundos, normalmente atingindo mais de 3 m de profundidade. A espessura do horizonte A, em geral, varia entre 10 e 50 cm, excetuando-se os Latossolos Húmicos, onde esta é maior que 100 cm.

Os solos enquadrados nesta classe possuem coloração bastante uniforme ao longo do perfil ;

A textura, tanto no horizonte A como no B, é muito argilosa o que

ocasiona um baixo gradiente textural. O horizonte A apresenta estrutura pequena e/ou média granular, fraca ou moderadamente desenvolvida, enquanto que no B é comum a ocorrência de estruturas fracas, de tamanho médio, em blocos subangulares e/ou forte ultrapequena granular;

Uma das características mais acentuadas destes solos é a abundância de minerais pesados, muitos dos quais são facilmente atraídos por um ímã comum;

O Latossolo Roxo é popularmente conhecido como Terra Roxa Legítima;

Os solos desta classe são típicos dos estados do Paraná e São Paulo.

b. Unidade de Mapeamento (Exemplo) :

Classificação - Latossolo Roxo Distrófico A moderado Textura Argilosa fase Floresta Tropical Perenifólia relevo Suave Ondulado;

Unidade de Mapeamento – LRd1 ;

- Localização – A 4,5 Km de Ubitatã, na estrada para Goio-Erê, entrando-se 600 metros à esquerda. Lado esquerdo da estrada;
- Litologia e Formação Geológica – Rochas Eruptivas Básicas do derrame Trapp, provavelmente Basalto, do Grupo São Bento, Jurássico - Cretáceo;
- Material Originário – Saprolito proveniente da Intemperização de Rochas Eruptivas Básicas;
- Relevo – Local e Regional Suave Ondulado, formado por colinas de topos arredondados, com vertentes longas;
- Altitude – 500 metros;

- Drenagem – Acentuadamente Drenado;
- Erosão – Laminar Ligeira;
- Vegetação Primária – Floresta Tropical Perenifólia;
- Uso Atual – Cultura de Café.
- **HORIZONTES:** Ap (0 – 15cm); A₃ (15 – 45cm); B₁ (45 – 70cm); B₂ (70 – 120cm); B₃ (120 – 210cm);
- Argila Dispersa em Água (%) – 46 – 0 – 0 – 0 – 0;
- Grau de Floculação (%) – 30 – 100 – 100 – 100 – 100;
- % Silte / % Argila - 0,24 – 0,16 – 0,17 – 0,17 – 0,16;
- pH em Água - 5,8 – 5,4 – 5,4 – 5,1 – 5,1;
- Al⁺⁺⁺ (mE / 100g) - 0,0 – 0,2 – 0,3 - - 0,1 – 0,0;
- Valor S (mE / 100g) – 8,9 – 3,5 – 2,6 – 2,4 – 1,9;
- Valor T (mE / 100g) – 13,9 – 8,2 – 7,3 – 6,3 – 5,0;
- Valor V (%) – 64 – 43 – 36 – 38 – 38;
- Saturação por Al⁺⁺⁺ (%) – 0 – 5 – 10 – 4 – 0;
- Ki (SiO₂ / Al₂O₃) – 1,37 – 1,32 – 1,32 – 1,26 -1,20 ;
- P assimilável (ppm) - <1 - <1 - <1 - <1 - <1 .

OBS: Ilustração desta classe de solo (Figura 6)

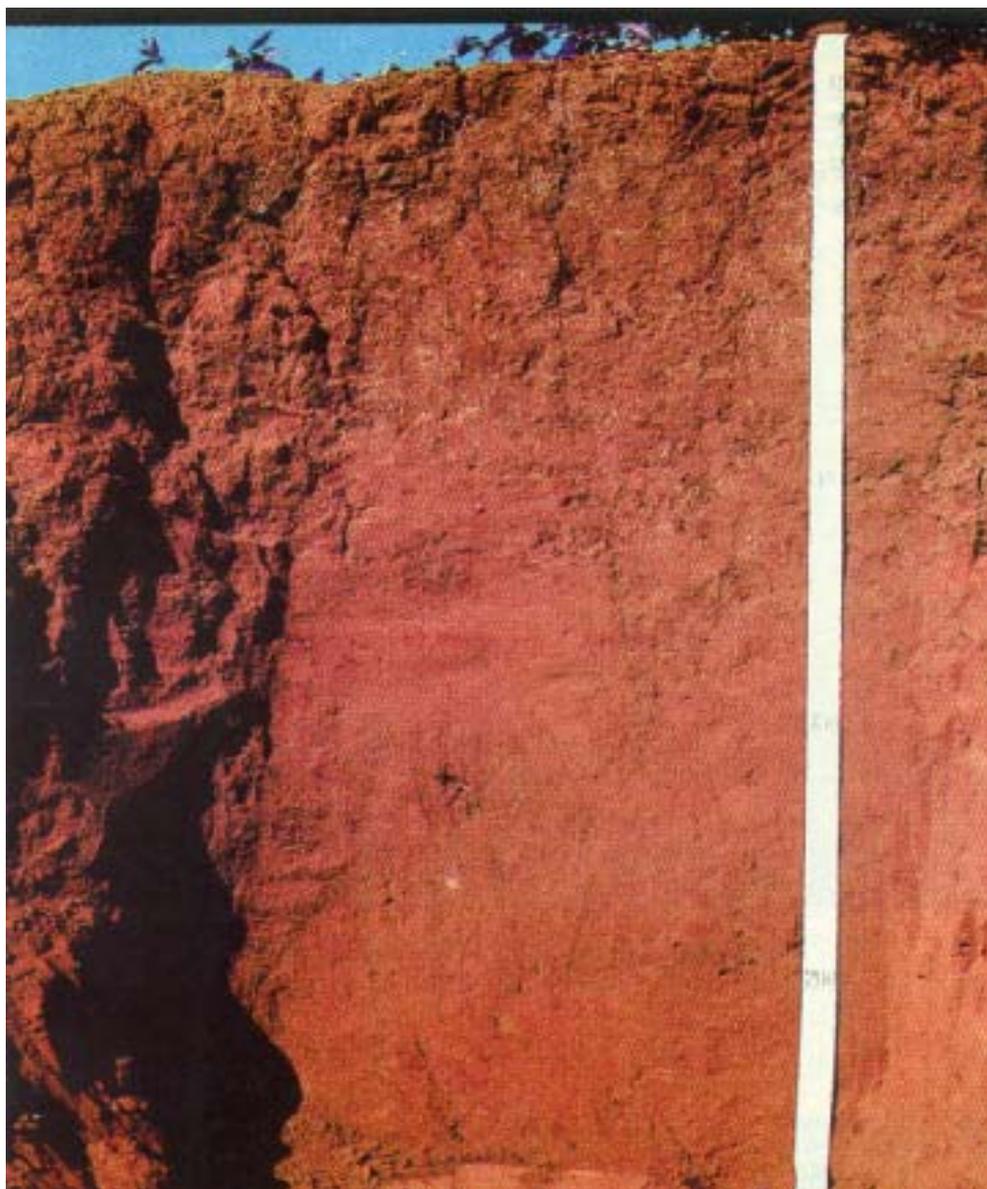


Figura 6: Perfil de **LATOSSOLO ROXO** Distrófico A moderado. Município de Cambé – PR.
FONTE: EMBRAPA / IAPAR (1984)

3.1.4 TERRA ROXA ESTRUTURADA SIMILAR - Projeto Radambrasil, Folha SD.23, BRASÍLIA (BRASIL, 1982). ARGISSOLOS VERMELHOS na classificação atual.

a. Características

- Esta Classe compreende solos Não Hidromórficos, com Horizonte “B” Textural, que apresentam seqüência de horizontes “A”, “Bt” e “C”;
- Argila de Atividade Baixa (Valores próximos a 24 Me / 100g de Argila, após correção para carbono);
- Baixo Gradiente Textural;
- Profundos a Muito Profundos;
- Pequena Distinção entre horizontes, sobretudo entre os Subhorizontes do “Bt”;
- Cerosidade em qualquer grau e quantidade acima de Fraca e Pouca, recobrando as superfícies dos elementos estruturais;
- Estrutura bem desenvolvida, em Blocos Angulares e Subangulares (ocorrendo Prismática em alguns perfis);
- Cores Vermelha e Vermelho-Escura nos matizes 10 R e 2,5 YR;
- Horizonte “A” do tipo Moderado ou Chernozêmico, textura Argilosa e Muito Argilosa.
- Nesta Classe de Solos foram constatados Solos Álicos, Distróficos e Eutróficos.

Os Álicos apresentaram:

- Alta Saturação por Al^{+++} , > 70 % no horizonte “Bt” ;
- Saturação por Bases (V %) muito baixa, < 20 %;

- Alto Grau de Flocculação;
- Baixa Relação Silte / Argila (< 0,6 %);
- Baixa Atividade de Argila (Em torno de 10Me / 100g de Argila, após correção para carbono);
- São relacionados a coberturas Argilosas do Terciário – Quaternário.

Os Distróficos Caracterizam-se:

- Por apresentarem Saturação por Alumínio Trocável (Al⁺⁺⁺ menor que 50 %);
- São bastante similares aos Solos Álicos quanto ao meio ambiente e as características físicas, químicas e morfológicas, diferindo apenas, por um pequeno incremento na Soma de Bases (S) e no valor de Saturação por Bases (V %).

Os solos da Unidade Terra Roxa Estruturada Similar Eutrófica caracterizam-se:

- São Profundos a Muito Profundos;
- Moderadamente Ácidos a Praticamente Neutros;
- Valor de “V” Alto, normalmente > 70 % ;
- Saturação por Alumínio freqüentemente Nula;
- Grau de Flocculação Baixo;
- Atividade de Argila podendo atingir valores próximos a 24 mE / 100g de argila;
- São desenvolvidos a partir de Calcários e Ardósias do Grupo Bambuí com algumas ocorrências relacionadas com Gnaisses e Granodioritos do Complexo Caraíbas – Paramirim.

b. Unidades de mapeamento (alguns exemplos)

- **Classificação – Terra Roxa Estruturada Latossólica Álica “A” Moderado Textura Argilosa Relevo Plano**
- Unidade de Mapeamento – LE a 10
- Localização – Estrada Buritis – Fazenda São Vicente, Município Buritis – MG;
- Litologia e Formação Geológica – Siltitos. Grupo Bambuí;
- Material Originário – Coberturas Argilosas;
- Relevo Regional – Plano;
- Erosão – Laminar Ligeira;
- Drenagem – Bem Drenado;
- Vegetação Primária – Savana;
- Uso Atual – Pastagem Natural
- **HORIZONTES:** A1 (0 – 9 cm); B1 (9 – 31 cm); B21 (31 – 76 cm); B22 (76 – 168 cm); B23 (168 – 200 cm)
- Argila dispersa em H₂O (%) 32 – 15 – 0 – 0 – 0
- Floculação (%) – 37 – 72 – 100 – 100 – 100
- % de Silte / % Argila – 0,59 – 0,57 – 0,51 – 0,48 – 0,51
- pH em H₂O – 5,2 – 5,1 – 5,3 – 5,6 – 5,5
- Al +++ (Me / 100 g) – 1,8 – 1,8 – 1,5 – 1,0 – 1,0
- Saturação por Al +++ (%) 60 – 90 – 88 – 83 – 77

- Valor “S” (Me / 100g) – 0,8 – 0,2 – 0,2 – 0,2 – 0,3
- Valor “T” (Me / 100g) - 6,8 – 4,9 – 4,2 – 3,6 – 3,5
- Valor “V” (%) - 12 – 4 – 5 – 6 – 9
- Ki (SiO₂ / Al₂O₃) – 1,80 – 1,75 – 1,80 – 1,80- 1,74
- P Assimilável (ppm) – 1 – 1 – < 1 - <1 - < 1.
- **Classificação – Terra Roxa Estruturada Similar Eutrófica “A” Chernozêmico Textura Argilosa Relevo Plano**
- Unidade de Mapeamento – TS e3
- Localização – Estrada Arraias – Combinado, Município de Campos Belos – GO;
- Litologia e Formação Geológica – Calcários e Ardósias. Formação Sete Lagoas. Grupo Bambuí;
- Material Originário – Produto de Alteração de Rochas do Grupo Bambuí;
- Relevo Regional – Plano;
- Erosão – Laminar Ligeira;
- Drenagem – Acentuadamente Drenado;
- Vegetação Primária – Floresta Estacional Semidecidual;
- Uso Atual – Pastagem.
- **HORIZONTES:** A1 (0-25 cm) – A3 (25- 40 cm) – B21 (40- 60 cm) – B22 (60- 80 cm) – B23 (80 – 100cm)
- Argila Dispersa em H₂O (%) – 27 – 31 – 49 – 51 – 8
- Flocculação (%) – 13 – 9 – 2 – 6 – 90

- % Silte / % Argila – 1,68 – 1,47 – 0,80 – 0,70 – 0,61
- pH em H₂O – 6,6 – 6,7 – 6,9 – 6,7 – 6,7
- Al +++ (Me / 100g) - 0 – 0 – 0 – 0 – 0
- Valor S (Me / 100g) – 10,8 – 7,1 – 7,2 – 7,2 – 7,4
- Valor T (Me / 100g) – 14,0 – 9,7 – 8,9 – 8,9 – 9,1
- Valor V (%) – 77 – 73 – 81 – 81 – 81
- Ki - 2,51 – 2,45 – 2,30 – 2,28 – 2,40
- P Assimilável (ppm) – 2 – 1 - < 1 - < 1 - < 1

OBS: Ilustração desta classe de solo (Figura 7)



Figura 7: Perfil de **TERRA ROXA ESTRUTURADA SIMILAR** – Eutrófica A chernozêmico textura argilosa relevo plano Estrada Iaciara – São Domingos – GO.

Fonte: Projeto RADAMBRASIL – Vol 29

3.1.5 PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO - Projeto Radambrasil Folha SD.23, Brasília (BRASÍL, 1982). AGRISOLOS VERMELHO-AMARELOS na classificação atual.

a. Características

- Solos com Horizonte "B" Textural
- Não Hidromórficos;
- Seqüência de Horizontes "A" "Bt" e "C"
- Apresentam, em geral, Argila de Atividade Baixa, todavia podem apresentar Argila de Atividade Alta quando estão relacionados a materiais do Grupo Bambuí;
- Saturação por Bases > 50 % ;
- Saturação por Al ⁺⁺⁺ Baixa ou Nula;
- Quanto à Profundidade variam desde Raso a Muito Profundo, predominando a Classe Profundo;
- O Horizonte "A" é freqüentemente Moderado e, em menores expressões, Fraco e Chernozêmico, com Textura Arenosa, Média ou Argilosa; a Coloração está intimamente relacionada com os teores de Matéria Orgânica presente; Espessura variando de 10 – 40 cm;
- O Horizonte Bt apresenta Textura Média, Argilosa e Muito Argilosa;
- A Estrutura apresenta-se normalmente em Blocos Subangulares, ocorrendo ainda outros tipos;
- Em diversos perfis foi constatada Cerosidade recobrando as Unidades Estruturais.

b. Unidades de mapeamento (alguns exemplos)

- **Classificação – Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico Argila de Atividade Alta “A” Moderado Textura Argilosa / Muito Argilosa fase Floresta Caducifólia Relevo Ondulado**
- Unidade de Mapeamento – PE5
- Localização – Estrada Barreiras – São Desidério, Município de São Desidério;
- Formação Geológica e Litologia – Eocambriano Superior. Grupo Bambuí. Calcário entremeado com Siltito ou Ardósia;
- Material Originário – Produto da Decomposição do Calcário entremeado com Siltito ou Ardósia;
- Relevo Local e Regional – Ondulado com Vertentes Longas (Vales Abertos);
- Altitude – 520m;
- Drenagem – Moderadamente Drenado;
- Erosão – Laminar Ligeira a Moderada;
- Vegetação Local – Formação Secundária Caducifólia;
- Vegetação Regional – Floresta Caducifólia e Culturas;
- Uso Atual – Pastagem, Algodão, Milho e Feijão.
- **HORIZONTES:** A1 (0 – 17 cm) – B1t (17 – 30 cm) – B2t (30 – 60 cm) – B3t (60 – 75 cm) – C (75 – 120 cm).
- Teor de Argila (%) – 42 – 61 – 71 – 62 – 50
- Argila Dispersa em H₂O (%) – 38 – 52 – 18 – 0 – 33

- Floculação (%) – 10 – 15 – 75 – 100 – 34
- % Silte / % Argila – 1,09 – 0,52 – 0,34 – 0,55 – 0,92
- pH em H₂O - 6,4- 6,5 – 6,3 – 5,8 – 6,0
- Al⁺⁺⁺ (Me / 100g) – 0 – 0 – 0 – 0,2 – 0,1
- Valor S (Me / 100g) - 16,0 – 17,6 – 18,4 – 14,4 – 19,7
- T (Me / 100g) – 20,1 – 20,3 – 21,2 – 17,3 – 21,9
- Valor V (%) - 80 – 87 – 83 – 90
- Ki - 2,49 – 2,53 – 2,4 – 2,54 – 2,10
- P Assimilável (ppm) – 1 - < 1 - < 1 - < 1 - <1
- **Classificação – Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico Argila de Atividade Baixa “A” Moderado Textura Arenosa / Média relevo Suave Ondulado**
- Unidade de Mapeamento – PE9;
- Localização: Estrada Morro Preto – Agreste. Município de São José da Ponte – MG
- Litologia e Formação Geológica – Siltitos e Calcários. Grupo Bambuí;
- Material Originário – Coberturas Areno-Argilosas;
- Relevo Regional – Plano e Suave Ondulado;
- Erosão - Não Aparente;
- Drenagem – Acentuadamente Drenado;
- Vegetação Primária – Floresta Estacional Decidual;

- Uso Atual – Floresta Primária.
- **HORIZONTES:** A1 (0-12 cm) – A3 (12 – 25 cm) – B1t (25 – 40 cm) – B21t (40 – 60 cm)
- % de Argila – 9,1 – 10,3 – 13,6 – 17,8
- Argila Natural Dispersa em H₂O (%) – 3,7 – 3,7 – 4,9 – 5,4
- Flocculação (%) – 59,3 – 64,0 – 63,9 – 69,6
- Ki – 1,59 – 1,58 – 1,69 – 1,37
- pH – 6,7 – 7,2 – 7,3 – 7,3
- Al⁺⁺⁺ - 0 – 0 – 0 – 0
- S (Me / 100g) - 11,30 – 6,59 – 5,70 – 4,04
- T (Me / 100g) - 12,0 – 6,60 – 5,70 – 4,10
- V (%) – 94,17 – 99,85 – 100,00 – 98,54

OBS: Ilustração desta classe de solo (Figura 8)



Figura 8: Perfil de **PODZÓLICO VERMELHO – AMARELO** Eutrófico – Argila de atividade baixa A moderado textura média/ argilosa Relevo ondulado. Estrada Igaporã – Riacho de Santana – BA.

Fonte: Projeto RADAMBRASIL – Vol. 29

3.1.6 BRUNIZÉM AVERMELHADO - Projeto Radambrasil, Folha SD.23, Brasília (BRASÍL, 1982). CHERNOSSOLOS ARGÍLUVICOS na classificação atual.

a. Características

- Esta Classe compreende solos com Horizonte “B” Textural, Não Hidromórficos;
- Argila de Atividade Alta (CTC > 24 Me / 100g);
- Horizonte “A” Chernozêmico com Nítida Diferenciação em Cor e Estrutura para o Horizonte Bt;
- São Eutróficos, Moderadamente Ácidos a Praticamente Neutros, com pH , em geral acima de 6,0 ;
- Al ⁺⁺⁺ Ausente ou em valores muito baixos;
- Saturação por Bases (V %), normalmente acima de 80 %;
- O Horizonte “A” de Textura Argilosa e Média tem espessura de 15 a 30 cm;
- Transição Abrupta para o Bt ;
- Apresenta Normalmente Estrutura em Blocos Angulares e Subangulares, moderada a fortemente desenvolvida, ocorrendo em alguns casos Cerosidade (Filmes de Argila revestindo estas estruturas);
- Superfícies de Compressão e Fricção (Contração e Expansão do solo em função da variação da umidade) devido o Material Argiloso ser constituído predominantemente por Argila do Tipo 2:1 (Montmorilonita);
- Ocorrem em Relevo Ondulado e Suave Ondulado e são desenvolvidos de Rochas do Grupo Bambuí;
- São, portanto, de Alta Fertilidade Natural;
- Suas limitações decorrem do Déficit Hídrico;
- Relevo pouco favorável à Mecanização e Susceptibilidade à Erosão.
- **Classificação – Brunizém Avermelhado Textura Argilosa / Muito Argilosa fase Floresta Caducifólia Relevo Suave Ondulado;**
- Unidade de Mapeamento – Tse 12
- Localização – Estrada Montalvânia – Pitarama, Município de Montalvânia – MG;
- Formação Geológica e Litologia – Pré- Cambriano. Grupo Bambuí – Calcário;

- Material Originário – Decomposição de Calcário com influência de outras rochas do Grupo Bambuí;
- Relevo Local – Suave Ondulado;
- Relevo Regional – Suave Ondulado e Ondulado;
- Altitude – 550m;
- Drenagem – Moderadamente Drenado;
- Pedregosidade – Ausente;
- Erosão – Laminar Moderada
- Vegetação Local – Floresta Caducifólia;
- Vegetação Primária – Floresta Caducifólia;
- Uso Atual – Pastagens (Capins Colônia, Guiné, e Elefante), Plantios de Milho, Feijão e Algodão Herbáceo.
- **HORIZONTES:** A1 (0 – 20 cm) – B2t (20 – 50 cm) – B3t (50 – 100 cm)
- Teor de Argila (%) – 55 – 65 – 67;
- Argila Dispersa em H₂O (%) – 39 – 53 – 50;
- Grau de Floculação (%) – 29 – 18 – 25;
- % Silte / % Argila – 0,62 – 0,40 – 0,36;
- pH em H₂O – 6,9 – 6,6 – 6,8;
- Valor S (Me / 100g) – 22,6 – 20,3 – 24,6;
- Al⁺⁺⁺ (Me / 100g) - 0 – 0 – 0;
- Valor T (Me / 100g) - 24,7 – 22,7 – 26,2;
- Valor V (%) - 91,0 – 89,0 – 94,0;
- Ki (SiO₂ / Al₂O₃) – 2,37 – 2,46 – 2,66;
- P Assimilável (ppm) - 1 - < 1 - < 1.
- **Classificação – Brunizém Avermelhado Textura Média / Argilosa Relevo Suave Ondulado**
- Localização – Estrada Teresina de Goiás – Monte Alegre, Município de Cavalcante – GO
- Litologia e Formação Geológica – Granito Tipo Serra Branca – Pré Cambriano;
- Material Originário – Produto da Decomposição de Granitos;
- Relevo Regional – Forte Ondulado;
- Erosão – Laminar Ligeira;

- Drenagem – Bem Drenado;
- Pedregosidade – Ausente;
- Vegetação Primária – Savana (cerrado);
- Uso Atual – Pastagem.
- HORIZONTES: A (0 – 20 cm) – B2t (40 – 80 cm);
- % de Argila – 34 – 50
- Argila Dispersa em H₂O (%) – 19 – 6;
- Floculação (%) – 44 – 88;
- % Silte / % Argila – 1,18 – 0,64;
- pH em H₂O – 5,8 – 6,2;
- Valor S (Me / 100g) - 13,8 – 12,1;
- Al⁺⁺⁺ (Me / 100g) - 0,0 - 0,3;
- Valor T (Me / 100g) - 19,7 - 14,2;
- Valor V (%) - 70 – 85;
- Ki (SiO₂ / Al₂O₃) - 2,3 – 2,1;
- P assimilável- < 1 - < 1.

OBS: Ilustração desta classe de solo (Figuras 9a e 9b).



Figura 9a: Perfil de **BRUNIZÉM AVERMELHADO** textura média argilosa – Relevo ondulado Estrada São João do Paraíso – Mortugaba – BA.
Fonte: Projeto RADAMBRASIL – Vol. 29



Figura 9b: Perfil de **BRUNIZÉM AVERMELHADO** textura média argilosa – Estrada Porteirinha - Ferreirópolis (MG)
Fonte: Projeto RADAMBRASIL – Vol. 29

3.1.7 PODZOL HIDROMÓRFICO - Projeto Radambrasil, Folhas SB.24/25, Jaguaribe / Natal, (BRASIL, 1981). ESPODOSSOLOS na classificação atual.

a. Características

- Esta Classe compreende solos com Horizonte “B” Podzol, são Hidromórficos;
- Minerais;
- Profundos;
- Horizontes Bem Diferenciados;
- Reação Ácida;
- Baixa Fertilidade Natural;
- Significativos Valores de Al⁺⁺⁺ (Alta Saturação por Al⁺⁺⁺ ; > 50 %);
- Horizonte “B” Iluvial (Acumulação de Carbono Orgânico e/ou Sesquióxidos Livres, principalmente de Ferro, não acompanhada de quantidade equivalente de Argila Cristalina Iluvial);
- A Acumulação de Matéria Orgânica e Al com ou sem Ferro no Horizonte “B” constitui os horizontes Bh, Bir, ou Bhir, podendo torná-lo Cimentado, originando um PAN. Estas acumulações reduzem a Permeabilidade provocando Más Condições de Drenagem;
- Apresentam Horizonte “A2”, de Máxima Eluviação, com Permeabilidade Rápida;
- São solos em Avançado Estágio de Intemperismo, resultando na Ausência de Reserva Mineral na constituição Mineralógica;
- Baixos Valores de V (< 50 %);
- Estão associados a Relevos Planos e Suave Ondulados;
- Sérias Restrições ao Uso Agrícola e Pecuário devido à Baixa Disponibilidade de Nutrientes em sua constituição química.
- **Classificação – Podzol Hidromórfico “A” Fraco Fase Cerrado Relevô Plano**
- Localização – Estrada João Pessoa – Recife, Município de Conde – PB;
- Formação Geológica e Litologia – Terciário – Sedimentos do Grupo Barreiras;
- Material Originário – Sedimentos Areno-Quartzozos;

- Relevo Local – Praticamente Plano;
- Relevo Regional – Plano a Suave Ondulado;
- Altitude – 30m
- Drenagem – Imperfeitamente Drenado;
- Erosão – Laminar Moderada;
- Vegetação Local – Cerrado Arbustivo Aberto com predominância de Mangaba, Murici, cajueiro e Campineiro. Substrato Graminóide com domínio de “Capim-de-Tabuleiro”;
- Vegetação Regional – Cerrados e Inclusões de Formações Florestais de Restinga.
- HORIZONTES: (A1 – A2 – Bh – Bhir) 120 cm
- Ki - 1,19 – 0,85 – 0,85 – 1,19;
- pH - 5,7 – 5,9 – 5,5 – 5,5;
- Al⁺⁺⁺ (Me / 100g) – 0,2 – 0,2 – 0,5 – 0,4;
- V (%) – 15 – 17 – 5 – 3;
- Argila Natural (%) – 2 – 1 – 2 – 4.

OBS: Ilustração desta classe de solos (Figuras 10a e 10b).



Figura 10a: Perfil de **PODZOL HIDROMÓRFICO RELEVO PLANO** – Região do Rio Ituxi (AM)
Fonte: Projeto RADAMBRASIL (FOLHA SC.20-V-A) VOLUME 16 .

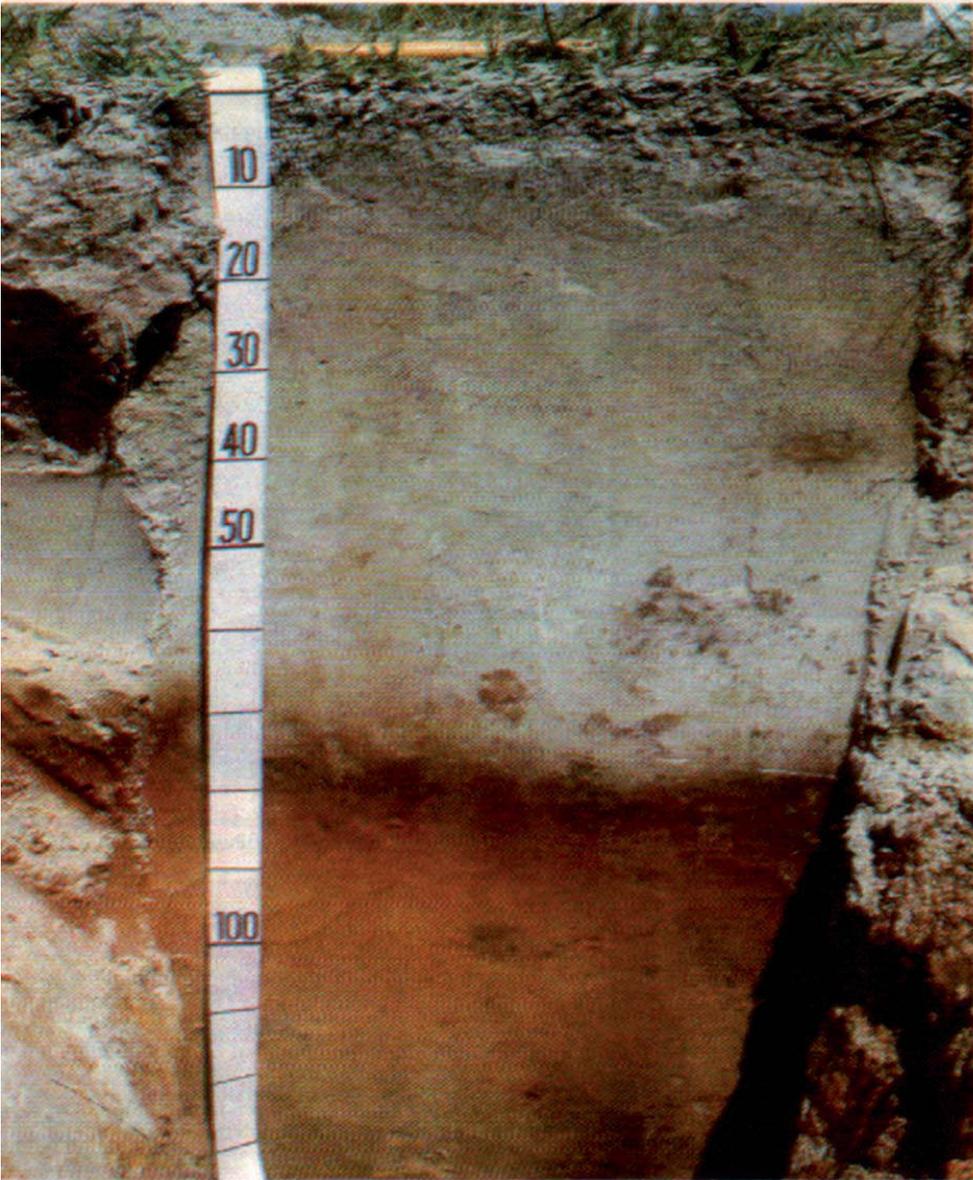


Fig. 10b: Perfil de **PODZOL "A" FRACO. TEXTURA ARENOSA. RELEVO PLANO.**
Estrada Canavieiras – Santa Luzia, distando 1,5 Km de Canavieiras, Estado da Bahia

Fonte: Projeto RADAMBRASIL, Vol. 24, Fl. SD 24 – Salvador

3.1.8 BRUNO NÃO CÁLCICO - Projeto Radambrasil, Folhas SB.24/25 – Jaguaribe / Natal (BRASIL, 1981). LUVISSOLOS na classificação atual.

a. Características

- Esta Classe compreende solos Minerais, Não Hidromórficos, com Horizonte “B” Textural;
- Elevados Teores de Minerais Primários Facilmente Decomponíveis, em sua Constituição Mineralógica;
- Têm Argila de Atividade Alta (Ta);
- Altos valores de “S” e “V” (Alta Fertilidade Natural);
- Reação Moderadamente Ácida a Praticamente Neutra, ocorrendo também solos com Reação Moderadamente Alcalina;
- Medianamente Profundos e Rasos, em geral;
- Têm, geralmente, Descontinuidade Litológica entre os horizontes superficiais e Subsuperficiais;
- Estão na Seqüência “A” “Bt” e “C”;
- Mudança Textural Abrupta do “A” para o “Bt”;
- Onde ocorrem, observa-se com freqüência presença de Pedregosidade Superficial (Calhaus ou Matacões) o que se denomina Pavimento Desértico;
- São bastante Susceptíveis à Erosão;
- O caráter Vértico ocorre com bastante freqüência (quando presente, este caráter atribui ao solo valores mais elevados para a Atividade da Argila);
- É comum no Horizonte Bt dos Brunos Não Cálcicos Vérticos a presença de Fendilhamento durante o período seco, resultante de maiores conteúdos de Argila do Grupo 2:1;
- Fatores Restritivos: Condições Climáticas Desfavoráveis.
- **Classificação – Bruno Não Cálcico “A” Moderado Textura Média / Argilosa com Cascalho (PERFIL N° P 19);**
- Local – Tamboril – CE;
- Litologia e Formação Geológica – Gnaisses e Migmatitos, PréCambriano Inferior, Complexo Nordeste;
- Material de Origem – Decomposição dos Gnaisses e Migmatitos;

- Relevo – Plano e Suave Ondulado;
- Drenagem – Bem Drenado;
- Cobertura Vegetal – Estepe (Caatinga);
- Ki ($\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$) – 2,50 – 2,63 – 2,64 – 2,55 – 2,57 – 2,66;
- Horizontes: A₁ (0 – 7 cm) – A₃ (7 – 20 cm) – B_{21t} (20 – 33 cm) – B_{22t} (33 – 47 cm) – B_{3t} (47 – 70 cm) – C (70 – 110cm);
- V (%) – 81 – 81 – 82 – 82 – 84 – 85;
- S (Me / 100g) - 8,3 – 9,1 – 15,4 – 15,0 – 16,3 – 11,6;
- T (Me / 100g) - 10,2 – 11,3 – 18,7 – 18,2 – 19,4 – 13,6;
- P (ppm) – 2 – 2 – 1 – 1 – 1 – 1 – 6.

OBS: Ilustração desta classe de solo (Figura 11)



Figura 11: Perfil de **BRUNO NÃO CÁLCICO** textura média / argilosa. Pentecostes (CE)

Fonte: Projeto RADAMBRASIL – Vol. 21

3.1.9 PLANOSSOLO EUTRÓFICO - Projeto Radambrasil, Folhas SB. 24/25 – Jaguaribe / Natal (BRASIL, 1981). PLANOSSOLOS HÁPLICOS na classificação atual.

a. Características

- Esta Classe compreende solos com Horizonte “B” Textural
- Têm geralmente Argila de Atividade Alta (Ta);
- Valores Médios a Altos para Saturação por Bases (V %);
- A Saturação por Sódio é sempre Inferior a 6 %;
- São solos Rasos a Medianamente Profundos;
- Têm Seqüência de Horizontes A, Bt, e C;
- Apresentam Mudança Textural Abrupta entre os horizontes A e Bt;
- Ocupam Terrenos com Cotas mais Baixas, proporcionando um Excesso de Umidade durante certo período do ano;
- Apresentam Imperfeitas condições de Drenagem que geram a presença de “Mosqueados” e/ou cores de Redução no Horizonte Bt;
- Possuem Horizonte “A” Fraco, com Textura Arenosa, Subjacente a um Horizonte Bt de Textura Argilosa;
- Estão relacionados às classes de Relevo Plano e Suave Ondulado;
- O Caráter Vértico está presente em alguns solos dessa Classe;
- Apesar de Eutróficos apresentam limitações de uso agrícola em virtude da Drenagem Difícil.

(OBS: NÃO TEM FIGURA)

3.1.10 PLANOSSOLO SOLÓDICO - Projeto Radambrasil, Folhas SB. 24/25, Jaguaribe / Natal (BRASIL, 1981). PLANOSSOLOS na classificação atual.

a. Características

- Esta Classe compreende solos com Horizonte “B” Textural;
- Têm seqüência de horizontes A, Bt e C;
- Normalmente possuem Argila de Atividade Alta (Ta);
- Têm Alta Saturação por Bases (V %);
- São, em geral, de Reação Moderadamente Ácida a Praticamente Neutra, sendo Rara a ocorrência de solos com Reação Alcalina;
- Contêm elevados teores de Minerais Primários facilmente decomponíveis (Fonte de Nutrientes para as Plantas);
- A Saturação por Sódio ($100 \times Na^+ / T$) apresenta valores entre 6 e 15 % nos horizontes Bt e/ou C;
- Em geral são moderadamente profundos a rasos;
- A Transição de “A” para “Bt” normalmente é Abrupta;
- São bastante susceptíveis à Erosão;
- A presença de Sódio em valores mais elevados faz com que os teores de Argila Natural (Argila Dispersa em Água) sejam mais significativos e dessa condição resultam solos imperfeitamente drenados, favorecendo ao surgimento de Mosqueados e/ou cores de Redução nos horizontes Bt e/ou C;
- Apresentam limitações de uso agrícola decorrentes da presença de Na^+ em níveis mais altos, bem como das condições climáticas desfavoráveis;
- Quando possuem argila do tipo 2:1 em sua composição apresentam caráter Vértico;
- **Classificação – Planossolo Solódico Argila de Atividade Alta, “A” Fraco, Textura Média com Cascalho Fase Caatinga Hiperxelófila Relevo Suave Ondulado**
- Localização – Estrada Ceará-Mirim - Taipu, Município de Taipu – RN;
- Formação Geológica e Litologia – Pré-Cambriano (CD) Biotita – Plagioclásio – Gnaisse;
- Material Originário – Saprolito do Material Supracitado;
- Relevo Local e Regional – Suave Ondulado;

- Altitude – 65m;
- Drenagem – Imperfeitamente Drenado;
- Pedregosidade – Raros Calhaus e Matações arestados e subarestados na superfície do solo;
- Erosão – Laminar Ligeira;
- Vegetação Local – Pastagem Natural;
- Vegetação Regional – Caatinga Hiperxelófila;
- Uso Atual – Algodão, Pasto e Fruticultura (60% da área).
- HORIZONTES: A₁ (0 – 25 cm) – Bt (25 – 47 cm) – C (47 – 70 cm) – R (70 – 100 cm);
- Ki (SiO₂ / Al₂O₃) – 3,21 – 3,53 – 5,4;
- pH em Água - 6,4 – 6,7 – 7,2;
- S (Me / 100g) - 5,3 – 21,5 – 24,7;
- T (Me / 100g) - 7,1 – 23,1 – 24,7;
- V (%) - 75 – 93 – 100;
- P (ppm) - 28 - 3 - 100;
- Saturação por Sódio (%) - 3,94 – 6,23 – 12,43.

OBS: Ilustração desta classe de solo (Figura 12)



Figura 12: Perfil **PLANOSSOLO SOLÓDICO** textura arenosa / argilosa. Próximo a cidade de Granja – CE
Fonte: Projeto RADAMBRASIL – Vol. 21

3.1.11 SOLONETZ SOLODIZADO (Projeto Radambrasil, Folhas SB. 24/25 – Jaguaribe / Natal (BRASIL, 1981). PLANOSSOLOS NÁTRICOS na classificação atual.

a. Características

- Esta Classe compreende Solos Halomórficos que possuem Horizonte “B” Solonétzico ou Nátrico;
- Horizonte Solonétzico ou Nátrico constitui uma modalidade especial de Horizonte “B” Argílico caracterizado por possuir Saturação por Sódio Trocável ($\text{Sat. Na}^+ = 100 \times \text{Na}^+ / T$) maior que 15% dentro dos primeiros 40cm do horizonte;
- Quando em algum Subhorizonte até 2m de profundidade a Saturação por Sódio Trocável for $> 15\%$, o Horizonte B textural que tenha $\text{Mg}^{++} + \text{Na}^+$ maior que $\text{Ca}^{++} + \text{H}^+$, dentro dos primeiros 40cm, será caracterizado como Horizonte “B” Nátrico ou Solonétzico;
- São solos com seqüência de horizontes A, Bt e C bem diferenciados entre si, com mudança textural abrupta do “A” para o Bt;
- São solos Rasos a Medianamente Profundos;
- Têm normalmente Estrutura Colunar ou Prismática nos horizontes Bt e/ou C;
- É comum a presença de Mosqueados ou mesmo coloração Variegada no horizonte Bt;
- Os altos teores de Sódio Trocável destes solos fazem com que grande parte da fração argila esteja dispersa naturalmente na massa do solo, resultando numa Permeabilidade Lenta a Muito Lenta (Más Condições de Drenagem);
- Têm grande Susceptibilidade à Erosão;
- Os valores de “S” e “V” são altos nos horizontes subsuperficiais;
- Geralmente têm Argila de Atividade Alta (Ta);
- O horizonte “A” é fraco geralmente com textura arenosa;
- Observam-se classes texturais Média e Argilosa para o horizonte Bt;
- Estão relacionados a relevo Plano e Suave Ondulado;
- Ocorrem em áreas que compreendem trechos rebaixados e dissecados

- ao longo de cursos de água de regiões semi-áridas;
- Apresentam sérias limitações quanto ao uso agrícola pelo fato de situarem-se em região sujeita a prolongados períodos de seca, bem como pelas altas saturações por sódio trocável no perfil associadas às más condições de drenagem.
 - **Classificação – Solonetz Solodizado Argila de Atividade Alta (CTC > 24 Me / 100g) “A” Moderado Textura Arenosa / Média Fase Caatinga Hiperxelófila Relevo Plano e Suave Ondulado;**
 - Localização – Estrada Poço Branco – Barreto, Município de Barreto – RN;
 - Formação Geológica e Litologia – Pré-Cambriano; Milonito Xisto
 - Material Originário – Saprolito de Milonito Xisto;
 - Relevo Local – Plano;
 - Relevo Regional – Suavemente Ondulado;
 - Altitude – 90m;
 - Drenagem – Imperfeitamente Drenado;
 - Pedregosidade – Ausente;
 - Erosão – Laminar Ligeira;
 - Vegetação Local – Caatinga Hiperxelófila Arbustiva, Densa, ocorrendo Jurema, Mofumbo e Xique-Xique. Presença de Carnaubeiras e Macambira;
 - Vegetação Regional – Caatinga Hiperxelófila Arbustiva Densa e Campos de Pastagens;
 - Uso Atual – Pasto em 40% da Área.
 - HORIZONTES: A₁ (0 – 23 cm) – Bt (23 – 40 cm) – C₁ (40 – 65 cm) – C₂ (65 – 100 cm);
 - Saturação por Sódio (%) – 3,21 – 76,09 – 89,07 – 97,23
 - S (Me / 100g) – 0,6 – 13,4 – 16,2 – 80,6;
 - T (Me / 100g) – 2,8 – 15,6 – 16,2 – 80,6;
 - V (%) – 21 – 88 – 100 – 100;
 - Ki (SiO₂ / Al₂O₃) – 3,35 – 2,71 – 2,75 – 2,82;
 - Al⁺⁺⁺ (Me / 100g) – 0,7 – 0,7 – 0,0 – 0,0;
 - pH em Água – 4,9 – 5,7 – 7,3 – 8,5;
 - P (ppm) -1 – 1 – 9 – 15.

OBS: Ilustração desta classe de solo (Figura 13)



Figura 13: Perfil de **SOLONETZ SOLODIZADO** textura arenosa/argilosa. BR – 020, Caucaia (CE).

Fonte: Projeto RADAMBRASIL – Vol. 21

3.1.12 SOLONCHAK SÓDICO (Projeto Radambrasil Folhas SB, 24/25 – Jaguaribe-Natal (BRASIL, 1981). GLEISSOLOS SÁLICOS na classificação atual.

a. Características

- Esta Classe compreende Solos Halomórficos com elevados teores de Sódio Trocável ($100. Na^+ / T > 15\%$);
 - Têm, normalmente, Horizonte A_1 pouco espesso, sobrejacente a camadas IIC ou IICg, IIIC ou IIICg, ou demais camadas;
 - A presença de Horizonte Sálco é verificada nestes solos;
 - Em épocas secas, observam-se crostas de sais cristalinos nas superfícies das áreas onde ocorrem estes solos;
 - Apresentam Condutividade Elétrica do Extrato de Saturação com valores superiores a 4 mmho/cm a 25 Graus Celsius, o que indica presença de alta concentração de sais solúveis;
 - As más condições de drenagem a que estão sujeitos ocasionam o aparecimento, nas camadas subjacentes ao horizonte superficial, de Mosqueados e/ou cores de redução provenientes da Gleização;
 - Quando originados de Deposições Fluviais Recentes, assemelham-se aos solos aluviais, tendo nas características químicas – Alta Salinidade – a principal Diferenciação;
 - Ocorrem na zona litorânea, em relevo plano, nas várzeas próximas às desembocaduras de alguns rios;
 - A principal restrição de uso agrícola destes solos reside na alta salinidade.
- Classificação – Solonchak Solonétzico “A” Fraco Textura Muito Argilosa Fase de Campo de Várzea Halófilo Plano;**
- Localização – Estrada Aracati – Mossoró, Município de Aracati – CE;
 - Formação Geológica e Litologia – Holoceno;
 - Material Originário – Sedimentos Argilo-Siltosos;
 - Relevo Local e Regional – Plano;
 - Altitude – 5m;
 - Drenagem – Mal Drenado;
 - Pedregosidade – Ausente;
 - Erosão – Não Aparente;

- Vegetação Local – Gramíneas Rasteiras e Bredinho-da-Praia;
- Vegetação Regional – Campo de Várzea Halófilo e Floresta Ciliar de Carnaúba; Substrato de Gramíneas, Ciperáceas e Bredinho-da-Praia;
- Uso Atual – Pecuária Extensiva e Carnaubeiras.
- HORIZONTES: A₁ (0 – 7 cm) – IIC₁ (7 – 27 cm) – IIC₂ (27 – 60 cm) – IIC_{3,g} (60 – 90 cm) – IIIC_{4,g} (90 – 140 cm) – IIIC_{5,g} (140 – 156 cm) – IVC_{6,g} (155 – 175 cm);
- Argila Natural (%) – 23 – 49 – 2 – 0 – 0 – 0 – 0;
- Ki (SiO₂ / Al₂O₃) – 3,14 – 3,05 – 3,03 – 3,01 – 3,05 – 2,90 – 3,14;
- pH - 5,6 – 5,0 – 4,7 – 4,4 – 4,3 – 4,0;
- Na⁺ (Me / 100g) – 0,50 – 5,41 – 6,03 – 3,53 – 3,08 – 2,73 – 1,75;
- S (Me / 100g) – 13,7 – 21,2 – 18,2 – 34,0 – 15,8 – 11,1 – 4,9;
- T (Me / 100g) – 17,3 – 26,8 – 23,4 – 39,1 – 19,7 – 16,2 – 8,0;
- V (%) – 79 – 79 – 78 – 87 – 80 – 69 – 61;
- Al⁺⁺⁺ (Me / 100g) – 0,2 – 0,7 – 0,6 – 1,1 – 0,7 – 0,8 – 0,5;
- P assimilável (ppm) – 9 – 5 – 16 – 28 – 25 – 1 – 1.

OBS: Não tem figura ilustrativa.

3.1.13 CAMBISSOLO EUTRÓFICO - Projeto Radambrasil, Folhas SB. 24/25

– Jaguaribe/Natal (BRASIL, 1981). CHERNOSSOLOS na classificação atual.

a. Características

- Esta Classe compreende Solos Minerais, Não Hidromórficos, com Horizonte “B” Incipiente ou Câmbico;
- São, em geral, medianamente profundos a rasos com seqüência de horizontes A, B e C, que têm pequena diferenciação entre si;
- Porosidade e Permeabilidade Boas;
- Bem a Moderadamente Drenados;
- Quanto as Características Químicas, têm reação praticamente Neutra a Moderadamente Alcalina;
- Não possuem Al^{+++} Trocável;
- Apresentam Altos Valores para S (Soma de Bases Trocáveis) e V (Saturação por Bases - %);
- Nos Solos Desenvolvidos de Calcários, verifica-se presença de fragmentos que constituem fonte potencial de nutrientes para as plantas;
- A Pouca Evolução destes solos (Pouco Grau de Intemperização) resulta na presença de conteúdos superiores a 4 % de Minerais Primários de fácil intemperização;
- Apresentam Relação Molecular Ki (SiO_2 / Al_2O_3) de média a alta;
- A Acumulação Iluvial de Argila, Óxido de Ferro e Húmus é pouco significativa no Horizonte B destes solos, o que contribui para diferenciá-lo de Horizonte B Textural e B Podzol;
- Encontram-se em áreas com as classes de relevo plano, suave ondulado, ondulado e forte ondulado.
- **HORIZONTES:** Ap (0 – 25 cm) – B₁ (25 – 30 cm) – B₂ (30 – 40 cm) – C (40 – 60 cm);
- Argila Natural (%) – 29 – 30 – 30 – 25;
- Ki (SiO_2 / Al_2O_3) – 3,56 – 3,40 – 3,70 – 4,23;
- Al^{+++} (Me / 100g) – 0 – 0 – 0 – 0;
- S (Me /100g) – 24,6 – 28,8 – 30,4 – 20,9;
- T (Me / 100g) – 25,5 – 28,8 – 30,4 – 20,9;

- V (%) – 96 – 100 – 100 – 100;
- P (ppm) – 2 – 1 – 1 – 1.
- **Classificação – Cambissolo Eutrófico Argila de Atividade Alta “A” Moderado Textura Argilosa Fase Caatinga Hiperxerófila Relevo Plano, Substrato Calcário (PERFIL RN 33);**
- Localização – Estrada Mossoró – Lomoeiro do Norte, Município de Mossoró – RN;
- Formação Geológica e Litologia – Cretáceo, Calcário Jandaíra;
- Material Originário – Calcário;
- Relevo Local e Regional – Plano;
- Altitude – 110m;
- Drenagem – Bem Drenado;
- Pedregosidade – Raros Afloramentos na Área;
- Erosão – Laminar Ligeira a Moderada;
- Vegetação Local – Caatinga Hiperxerófila Arbóreo-Arbustiva Densa;
- Vegetação Regional – Idem, Idem, com Árvores de porte entre 4 e 5m
- Uso Atual – Pecuária Extensiva;
- HORIZONTES – A₁ (0 – 9cm) – B₁ (9 – 23 cm) – B₂ (23 – 64 cm) – B₃ (64 – 80 cm);
- Argila Natural (%) – 21 – 19 – 23 – 21;
- Ki (SiO₂ / Al₂O₃) - 2,26 – 2,18 – 2,18 – 2,25;
- Al⁺⁺⁺ (Me / 100g) - 0 – 0 – 0 – 0;
- S (Me / 100g) - 25,9 – 23,6 – 20,9 – 23,0 ;
- T (Me / 100g de Argila) 25,9 – 23,6 – 20,9 – 23,0 ;
- V (%) 100 – 100 – 100 – 100 ;
- pH em Água - 7,9 – 7,9 – 7,8 – 7,8 ;
- P assimilável (ppm) - 1 – 1 - < 1 - < 1 .

OBS: Ilustração desta classe de solos (Figuras 14a e 14b)



Figura 14a: Perfil de **CAMBISSOLO EUTRÓFICO** argila de atividade alta A moderado textura argilosa relevo ondulado Substrato Calcário. Estrada Santa Maria da Vitória – Caracol – BA. Folha SD.23-X-C.
Fonte: Projeto RADAMBRASIL Vol. 29



Figura 14b: Perfil de **CAMBISSOLO ÁLICO** epiconcrecionário A moderado textura argilosa relevo suave ondulado vegetação de Savana. Estrada Serra Bonita - Ribeirão do Pinduca – MG.

Fonte: Projeto RADAMBRASIL Vol 29

3.1.14 VERTISSOLO - Projeto Radambrasil, Folhas SB. 24/25, Jaguaribe/Natal, (BRASIL, 1981). VERTISSOLOS na classificação atual.

a. Características

- Esta Classe compreende solos minerais, Não Hidromórficos,
- Argilosos a Muito Argilosos, tendo em sua composição Elevado Conteúdo de Argila do Tipo 2:1 – Grupo da Montmorilonita;
- A presença deste tipo de argila acarreta expansões e contrações da massa do solo, com surgimento de *slikensides* (Superfície de Fricção) nos horizontes subsuperficiais;
- Quando secos estes solos apresentam notórios fendilamentos, podendo ou não manifestar microrrelevo constituído por *gilgai*;
- Apresentam drenagem imperfeita com permeabilidade lenta a muito lenta o que os tornam, durante a estação chuvosa, bastante encharcados e susceptíveis à erosão;
- Possuem Seqüência de Horizontes Ae C, caracterizando-se principalmente pelo horizonte C, o qual varia de espessura conforme a profundidade da Rocha Subjacente (R) podendo ser bastante espesso nos solos de várzea. Podem apresentar os tipos de horizonte A fraco, moderado e chernozêmico;
- Os Vertissolos possuem elevada Soma de Bases Trocáveis (S) e alta Saturação por Bases (V %) o que lhes confere a condição de serem Sempre Eutróficos;
- Têm reação que varia normalmente de praticamente neutra a moderadamente alcalina;
- Apresentam alta Relação Molecular $K_i (SiO_2 / Al_2O_3)$ em razão do predomínio de Argila do Tipo 2:1 (de elevada atividade) na sua composição;
- Na composição mineralógica destes solos verificam-se, de modo geral, alta reserva de minerais primários de fácil intemperização como o feldspato, anfibólio e biotita, que constituem fonte potencial de nutrientes para as plantas;
- Ocorrem em relevos plano, suave ondulado e ondulado. As fases pedregosa e rochosa são observadas em solos desta classe;

- Apresentam elevado potencial agrícola, todavia expressam restrições à sua utilização devido a problemas inerentes às suas condições físicas, quais sejam: ressecamento e fendilhamento do solo durante a estação seca, tornando-se extremamente duro, e encharcamento na época chuvosa, quando se tornam demasiadamente plásticos e pegajosos, dificultando o manejo, a mecanização e o desenvolvimento do sistema radicular das plantas cultivadas ;
- As práticas de irrigação e drenagem nesses solos devem ser conduzidas sob rigoroso controle, a fim de prevenir danos com a salinização dos mesmos, pois além de baixa permeabilidade podem apresentar elevados teores de sódio trocável .
- **Classificação – Vertissolo A Moderado fase Campo de Várzea relevo Plano;**
- Localização – Rodovia Ceará-Mirim – Maxaranguape, lado esquerdo, 1,1 Km de Ceará-Mirim, Município de Ceará-Mirim – RN;
- Situação e Declividade – Trincheira em Várzea;
- Formação Geológica e Litologia – Holoceno. Sedimentos;
- Material Originário – Sedimentos Aluviais Argilosos influenciados por Material de Calcário;
- Relevo Local – Plano;
- Relevo Regional – Plano apresentando *gilgai* nas partes não revolvidas
- Altitude – 8m;
- Drenagem – Mal Drenado;
- Pedregosidade – Ausente;
- Erosão – Ausente;
- Vegetação Local – Campo de Várzea (terreno preparado para plantio);
- Vegetação Regional – Campos de Várzea com Pasto e Cana-de-açúcar;
- Uso Atual – Pasto de Gramíneas Nativas e Cultura de Cana-de-açúcar;
- HORIZONTES: Ap (0 – 20 cm) – C₁ (20 – 70 cm) – C₂ (70 – 120 cm);
- Argila Natural (%) – 61 – 60 – 0;
- Grau de Flocculação (%) – 13 – 8 – 100;
- % Silte / % Argila – 0,28 – 0,23 – 0,12;
- Matéria Orgânica (%) – 3,05 – 0,93 – 0,34;

- K_i (SiO_2 / Al_2O_3) – 3,55 – 3,28 – 3,17;
- pH em Água – 6,2 – 6,2 – 7,8;
- Al^{+++} (Me / 100g) - 0 – 0 – 0;
- Saturação por Sódio (%) – 2,5 – 4,2 – 5,0;
- Valor S (Me / 100g) - 29,6 – 29,6 – 26,5;
- Valor T (Me / 100g) - 32,0 – 32,1 – 26,5;
- Valor V (%) - 92 – 93 – 100;
- P Assimilável (ppm) – 24 – 7 – 8.

OBS: Ilustração (Fig. 15a e 15b)



Figura 15a: Perfil de **VERTISSOLO A** chernozêmico textura argilosa – Relevo plano. Estrada Serra Pintada – Caracol – BA.
Fonte: Projeto RADAMBRASIL – Vol. 29



Figura 15b: Perfil de VERTISSOLO A chernozêmico relevo suave ondulado.
Estrada Nova Olinda – Santana do Cariri 11 km de Nova Olinda – CE
Fonte: Projeto RADAMBRASIL – Vol. 23

3.1.15 LATERITA HIDROMÓRFICA - Projeto Radambrasil, Folha SD. 23 Brasília (BRASIL, 1982). PLINTOSSOLOS na classificação atual.

a. Características :

- Esta Classe compreende solos Imperfeitamente a Mal Drenados;
- São solos Minerais Hidromórficos, que se caracterizam por apresentar plintita nos horizontes subsuperficiais;
- São Pouco Profundos a Muito Profundos, com seqüência de horizontes A, Bpl e Cpl ocorrendo principalmente B Textural e subordinadamente B Câmbico e Latossólico, com transições de A para B, abruptas a graduais, e de B para C, graduais ou difusas;
 - Geralmente, são Moderadamente Ácidos a Fortemente Ácidos;
- Muitos destes solos são Cascalhentos e/ou Pedregosos;
 - Apresentam Mosqueados devido aos ciclos de reações de oxidorredução, promovidos pela oscilação do lençol freático;
 - Com freqüência exibem Concreções Ferruginosas na massa do solo;
 - Apresentam A Fraco ou Moderado, com espessura variando de 8 a 40cm, geralmente com textura franco-argilo-arenosa ou mais grossa;
 - Sua estrutura é fraca em blocos subangulares e angular ou sem estrutura (grãos simples);
- Apresentam coloração nos matizes 7,5 YR e 10 YR;
- A textura do horizonte B, frequentemente, varia de franco-argilo-arenosa, franco-argilo-siltosa e franco-argilosa, com estrutura fraca ou moderadamente desenvolvida em blocos subangulares. Sua coloração é variegada, em geral composta de cinzento-claro, cinzento-rosado, amarelado, vermelho-amarelado e vermelho;
- Ocorrem em áreas de relevo plano e suave ondulado em regiões sujeitas a inundações periódicas pela elevação do lençol freático;

- Apresentam Baixa Fertilidade Natural e Alta Saturação por Alumínio;
- Devido suas limitações físicas e químicas são pouco utilizados para fins agropecuários.

b) Unidades de Mapeamento (Exemplo):

- Classificação – Laterita Hidromórfica Álica Argila de Atividade Baixa, Abruptica, A fraco Textura arenosa / média Relevo Suave Ondulado.

- Unidade de Mapeamento – Hla2;
- Localização : Lado esquerdo da estrada Arraias – Combinado, a 19 Km de Arraias. Município de Campos Belos – GO;
- Situação e Declividade – Perfil coletado em corte de estrada com 3 a 5% de declividade;
- Litologia e Formação Geológica – Conjunto de rochas granito-gnáissicas cataclasadas. Complexo Goiano;
- Material Originário – Produto da alteração das rochas graníticas, com provável influência de material trabalhado;
- Relevo Regional – Suave Ondulado e Plano;
- Erosão – Laminar Moderada;
- Drenagem – Imperfeitamente Drenado;
- Pedregosidade e/ou Rochosidade – Ausente;
- Vegetação Primária – Savana;
- Uso Atual – Pastagem Natural.
- **HORIZONTES : A (0 – 30cm) ; B1t (30 – 60cm) e B2tpl (60 – 110cm):**
 - Argila Dispersa em Água (%) – 6 – 19 – 24;
 - Grau de Floculação (%) – 25 – 5 – 29 ;
 - % Silte / % Argila – 1,5 – 0,80 – 0,88 ;
 - pH em Água – 5,2 – 5,2 – 5,2 ;
 - Al⁺⁺⁺ (mE / 100g) – 0,4 – 1,2 – 2,8 ;
 - Valor S (mE / 100g) – 0,7 – 0,4 – 0,8 ;
 - Valor T (mE / 100g) – 1,9 – 2,4 – 4,8 ;

- Valor V (%) – 37 – 17 – 17 ;
- Saturação por Al⁺⁺⁺ (%) – 36 – 75 – 78 ;
- Ki (SiO₂ / Al₂O₃) – 2,97 – 2,51 – 2,45 ;
- P Assimilável (ppm) < 1 ; < 1 ; < 1.

OBS: Ilustração (Figura 16)



Figura 16: Perfil de LATERITA HIDROMÓRFICA ÁLICA argila de atividade baixa epiconcrecionária com B incipiente A moderado textura média relevo suave ondulado. Estrada Arraias- Cana Brava – TO.
FONTE : Projeto RADAMBRASIL Vol 29

3.1.16 GLEI HÚMICO – Projeto Radambrasil, Folha SD. 23 Brasília (BRASIL, 1982). GLEISSOLOS MELÂNICOS na classificação atual.**a. Características :**

- Esta Classe compreende Solos Hidromórficos, pouco evoluídos, com seqüência de horizontes A e Cg;

- São formados sob condições de encharcamento constante ou periódico (vários meses consecutivos). Nestas condições forma-se um solo caracterizado por apresentar um horizonte subsuperficial gleizado (Cg), de cor acinzentada em decorrência da redução do ferro, devido à elevação quase constante do lençol freático;

- São Mal Drenados, Fortemente Ácidos, com Saturação por Bases Muito

Baixa e Saturação por Alumínio Superior a 70 %, salvo as exceções;

- As Texturas mais freqüentes são arenosa/média, arenosa e média;

- O Horizonte A é Espesso, de Coloração Acinzentada muito escura ou Preta, resultante da acumulação de resíduos orgânicos decorrentes da decomposição total ou parcial de materiais vegetais. Apresenta normalmente espessura superior a 20cm e estrutura, quando presente, fracamente desenvolvida em blocos subangulares e granular, todavia é mais freqüente encontrar-se com o aspecto maciço, devido principalmente ao alto teor de umidade;

- A transição do A para o horizonte Cg é em geral clara ou abrupta;

- O horizonte Cg é formado por camadas descontínuas de coloração acinzentada, com mosqueados, decorrentes das flutuações do lençol freático;

- O Cg apresenta tons avermelhados, amarelados, brunados e combinações entre si. Possui ,quando úmido, aspecto maciço, podendo apresentar, quando seco, estrutura prismática formada por blocos angulares;

- A ocorrência de solos desta classe está relacionada às várzeas

úmidas.

b. Unidades de Mapeamento (Exemplo):

- Classificação - Gleí Húmico Álico Argila de Atividade Baixa

Textura Média fase Campo de Várzea Relevo Plano.

- Unidade de Mapeamento – Aqd6;
- Localização - Lado esquerdo da BR – 020, trecho Barreiras-Posse, distante 203Km de Barreiras. Município de São Desidério – BA;
- Situação e Declividade – Valeta em Várzea com 0 – 1% de declividade;
- Formação Geológica e Litologia – Holoceno. Sedimentos;
- Material Originário – Sedimentos Orgânicos e Areno-argilosos;
- Relevo Local – Plano (Várzea);
- Altitude – 700m;
- Drenagem – Muito Mal Drenado;
- Pedregosidade – Ausente;
- Erosão – Não Aparente (Nula);
- Vegetação Local – Campo Hidrófilo de Várzea;
- Vegetação Regional – Campo Hidrófilo e Floresta Perenifólia de Várzea;
- Uso Atual - Pastagem Natural;
- **HORIZONTES** : A11 (0 – 15cm) ; A12 (15 – 30cm) ; IIcG (30 – 60cm);
- Argila Dispersa em Água (%) – X – 19 – 11;
- Grau de Flocculação (%) - X – 49 – 35 ;
- % Silte / % Argila – X – 0,78 – 0,24;
- Ph em Água - 5,5 – 5,2 – 5,0;
- Al⁺⁺⁺ (Me / 100g) - 5,9 – 4,0 – 0,6;
- Valor S (Me / 100g) – 5,8 – 1,7 – 0,3;
- Valor T (Me / 100g) – 81,6 – 41,4 – 3,2;

- Valor V (%) – 7 – 4 – 9;
- Saturação por Al^{+++} (%) – 50 – 70 – 67;
- K_i (SiO_2 / Al_2O_3) - X – 1,97 – 2,15;
- P Assimilável (PM) - X – 4 – 1 – 1.

OBS: Ilustração desta classe de solo (Figura 17)



Figura 17: Perfil de GLEI HÚMICO ÁLICO argila de atividade baixa textura média relevo plano. Várzea do Ribeirão da Extrema – MG.
FONTE : Projeto RADAMBRASIL – Vol. 29

3.1.17 SOLOS LITÓLICOS – Projeto RADAMBRASIL, Folha SD. 23 Brasília (BRASIL, 1982). NEOSSOLOS LITÓLICOS na classificação atual.**a. Características:**

- Esta classe compreende solos pouco desenvolvidos, rasos, com seqüência de horizontes a e C ou somente horizonte A sobre a rocha matriz. Alguns perfis podem apresentar um início de formação de horizonte B incipiente;
- Apresentam horizonte A dos tipos fraco, moderado e chernozêmico, com espessura entre 10 e 40cm, de textura arenosa, média e argilosa, estrutura fraca ou moderadamente desenvolvida em blocos e/ou granular;
- Normalmente apresentam pedregosidade, cascalhos e concreções, relacionados principalmente com a natureza do material de origem;
- Freqüentemente estão associados a afloramentos rochosos, principalmente em área de relevo forte ondulado, montanhoso e escarpado .

b. Unidades de Mapeamento (Exemplo):

- Classificação – Solo Litólico Álico A moderado Textura Argilosa Cascalhenta fase Pedregosa e Rochosa Caatinga Hiperxerófila Relevo Ondulado Substrato Xisto.
- Unidade de Mapeamento – Ra2;
- Localização – Estrada Caetitê – Igaporã, distando 5 Km de Igaporã. Município de Igaporã;
- Situação e Declividade – Terço inferior de encosta com cerca de 8% de declividade;
- Formação Geológica e Litologia – Pré-Cambriano Indiviso. Xisto;
- Material Originário – Saprólito de Xisto Sericítico Grafitoso;

- Relevo Local – Ondulado;
- Relevo Regional – Suave Ondulado e Ondulado;
- Altitude – 700m;
- Drenagem – Bem Drenado;
- Pedregosidade – Muita na parte superficial e subsuperficial;
- Erosão – Laminar Ligeira a Moderada;
- Vegetação Local – Caatinga Hiperxerófila;
- Vegetação Primária – Caatinga Hiperxerófila e Transição Cerrado / Caatinga;
- Uso Atual - Pecuária Extensiva na Caatinga.
- **HORIZONTES:** A1 (0 – 25cm) ; AC (45cm);
- Argila Dispersa em Água (%) - 28 – 2;
- Grau de Floculação (%) – 39 – 96;
- % Silte / % Argila - 0,61 – 0,56;
- pH em Água - 4,9 – 4,9;
- Al⁺⁺⁺ (Me / 100g) – 1,5 – 1,5;
- Valor S (Me / 100g) – 0,6 – 0,6;
- Valor T (Me / 100g) – 7,2 – 5,7;
- Valor V (%) - 8 – 11;
- Saturação por Al⁺⁺⁺ (%) – 71 – 71;
- Ki (SiO₂ / Al₂O₃) – 1,88 – 1,86;
- P Assimilável (ppm) - 3 – 2.

OBS: Ilustração desta classe de solo (Figura 18)



Figura 18: Perfil de SOLO LITÓLICO ÁLICO pedregoso A fraco textura Média relevo ondulado vegetação Savana Arbustiva Aberta substrato siltito. Estrada Ponte Alta de Bom Jesus - Taipas – TO.
FONTE : Projeto RADAMBRASIL – Vol. 29

CAPÍTULO 4

CAPÍTULO IV

CONCEITOS E DEFINIÇÕES DAS CLASSES
DE SOLOS DE 1º NÍVEL

Novos conceitos e definições das classes de solos de 1º nível (ordens) de acordo com o atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006)

4.1 ARGISSOLOS

Conceito - Solos constituídos por Material Mineral, que têm como características diferenciais a presença de horizonte B Textural de Argila de Atividade Baixa, ou Alta conjugada com Saturação por Bases Baixa ou caráter alítico. O B Textural (Bt) encontra-se imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o Hístico, sem apresentar, contudo, os requisitos estabelecidos para enquadramento nas classes dos Luvisolos, Planossolos, Plintossolos ou Gleissolos .

Grande parte dos solos desta classe apresenta evidente incremento no teor de argila do horizonte superficial para o horizonte B, com ou sem decréscimo nos horizontes subjacentes. A transição entre A e Bt é usualmente clara, abrupta ou gradual.

São de profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas, e mais raramente, brunadas ou acinzentadas. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre havendo aumento de argila daquele para este.

São forte a moderadamente ácidos, com saturação por bases alta ou baixa, predominantemente caulíníticos e com relação molecular Ki, em geral, variando de 1,0 a 3,3.

Abrangência - Estão incluídos nesta classe os solos que foram classificados anteriormente como Podzólico Vermelho-Amarelo Argila de Atividade Baixa ou Alta,

pequena parte de Terra Roxa Estruturada, de Terra roxa Estruturada Similar, de Terra Bruna Estruturada e de Terra Bruna Estruturada Similar, na maioria com Gradiente Textural necessário para B textural (Bt), em qualquer caso Eutróficos, Distróficos ou Álicos, Podzólico Bruno-Acinzentado, Podzólico Vermelho-Escuro, Podzólico Amarelo, Podzólico Acinzentado.

OBS: Solos da classe do Argissolo são ilustrados pelas figuras 19, 20, 21 e 22.

4.2 CAMBISSOLOS

Conceito - Solos constituídos por Material Mineral, com Horizonte B Incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, desde que em qualquer dos casos não satisfaçam os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes Vertissolos, Chernossolos, Plintossolos, Organossolos. Têm seqüência de horizontes A ou Hístico, Bi, C, com ou sem R.

Devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características destes solos variam muito de um local para outro. A classe comporta desde solos fortemente até imperfeitamente drenados, de rasos a profundos, de cor bruna ou bruno-avermelhada até vermelho escuro, e de alta a baixa saturação por bases o que também é válido para a atividade química da fração argila.

O horizonte B incipiente (Bi) tem textura franco-arenosa ou mais argilosa, e o *solum*, geralmente, apresenta teores uniformes de argila, podendo ocorrer ligeiro decréscimo ou um pequeno incremento de argila do A para o Bi. A estrutura deste horizonte pode ser em blocos, granular ou prismática, ocorrendo, também, casos de solos com ausência de agregados, com estrutura em grãos simples ou maciça.

A presença de plintita ou gleização pode ocorrer em solos desta classe, desde que não atenda os requisitos exigidos para enquadrá-lo nas classes dos Plintossolos ou Gleissolos.

Alguns solos desta classe possuem características morfológicas similares às dos Latossolos, todavia distinguem-se destes por apresentarem, no horizonte

B, uma ou mais das seguintes características, incompatíveis com solos muito evoluídos:

- CTC, sem correção para carbono, maior ou igual a $17 \text{ cmol}_c / \text{Kg}$ de Argila ; e/ou

- 4% ou mais de minerais primários alteráveis ou 6% ou mais de muscovita, determinados na fração areia, porém referidos à TFSA ; e/ou

- Relação $K_i > 2,2$; e/ou

- Relação Silte/Argila igual ou maior que 0,7 (solos de textura média) ou igual ou maior que 0,6 (solos de textura argilosa ou muito argilosa); este critério é válido para solos cujo material de origem está relacionado ao embasamento cristalino, como as rochas graníticas e gnáissicas; e/ou

- 5% ou mais do volume do solo apresenta estrutura da rocha original, como estratificações finas, ou saprólito, ou fragmentos de rocha semi ou não intemperizada.

Abrangência - Esta classe compreende os solos anteriormente classificados como Cambissolos, inclusive os desenvolvidos em sedimentos aluviais. São excluídos dessa classe os solos com horizonte A chernozêmico e horizonte B incipiente com alta saturação por bases e argila de atividade alta.

OBS: Solos desta classe são ilustrados pelas figuras 23 e 24.

4.3 CHERNOSSOLOS

Conceito - Compreende solos constituídos por material mineral que têm como características diferenciais: Alta Saturação por Bases e horizonte A Chernozêmico sobrejacente a um horizonte B Textural ou B Incipiente com argila de atividade alta, ou sobre horizonte C Carbonático ou Cálcico, ou ainda sobre a rocha, quando o horizonte A apresentar concentração de carbonato de cálcio. O A chernozêmico pode ser menos espesso (com 10cm ou mais) quando seguido de horizonte B com caráter ebânico.

São normalmente pouco coloridos (Escuros ou pouco Avermelhados), bem a imperfeitamente drenados, tendo seqüências de horizontes A-Bt-C ou A- Bi-C, com ou sem horizonte cálcico, e A-C ou A-R, desde que apresentando caráter carbonático ou horizonte cálcico.

É admitida, nesta classe, a presença de gleização ou de horizonte glei, superfície de fricção e mudança textural abrupta, desde que com expressão insuficiente, quantitativa e qualitativamente, ou em posição não diagnóstica quanto a seqüência de horizontes no perfil, para serem enquadrados nas classes dos Gleissolos, Vertissolos ou Planossolos.

São solos moderadamente ácidos a fortemente alcalinos, com argila de atividade alta, com CTC por vezes pode ser superior a $100\text{cmol}_c / \text{Kg}$ de argila, saturação por bases alta, geralmente, superior a 70 %, e com predominância de cálcio ou cálcio e magnésio, entre os cátions trocáveis.

Embora seja formado sob condições de clima bastante variáveis e a partir de diferentes materiais de origem, o desenvolvimento destes solos depende da conjunção de fatores que favoreçam a formação e persistência de um horizonte superficial rico em matéria orgânica e com alto conteúdo de cálcio e magnésio, e com a presença de argilominerais 2:1, em especial os do grupo das esmectitas.

Abrangência – Estão incluídos nesta Classe a maioria dos solos que foram classificados anteriormente como Brunizém, Rendzina, Brunizém Avermelhado, Brunizém Hidromórfico e Cambissolos Eutróficos com argila de atividade alta conjugada com A chernozêmico.

OBS: Solos desta classe são ilustrados pelas figuras 25 e 26.

4.4 ESPODOSSOLOS

Conceito - Solos constituídos por material mineral com horizonte “B” espódico subjacente a horizonte eluvial E (álbico ou não), ou subjacente a horizonte A, que pode ser de qualquer tipo, ou ainda, subjacente a horizonte hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos. Apresentam, usualmente, seqüência de horizontes A, E, B espódico, C, com nítida diferenciação

de horizontes.

A cor do horizonte “A” varia de cinza até preta e a do horizonte “E” desde cinzenta ou acinzentada-clara até branca. As cores do horizonte B espódico variam desde cinzenta, de tonalidade escura ou preta, até avermelhadas ou amareladas.

A textura do *solum* é predominantemente arenosa, sendo menos comum textura média e raramente argilosa (neste caso tendente para média ou siltosa) no horizonte B. A drenagem é muito variável, havendo estreita relação entre profundidade, grau de desenvolvimento, endurecimento ou cimentação do B espódico e a drenagem do solo.

São solos, em geral, de baixa fertilidade natural, cuja acidez pode variar de moderada a fortemente ácida. Possuem, normalmente, saturação por bases baixa, podendo ocorrer altos teores de Al^{+++} . Podem apresentar fragipã, duripã ou “ortstein” .

São desenvolvidos principalmente de materiais areno-quartzozos, sob condições de umidade elevada, em clima tropical e subtropical, em relevo plano, suave ondulado, áreas de surgente, abaciamentos e depressões; podendo todavia ocorrer em relevo mais movimentado (ambientes altimontanos). Em geral, são comuns aos ecossistemas de restinga, mais ocorrem sob outros tipos tipos de vegetação.

Definição - Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte “ B” espódico, imediatamente abaixo de horizonte E, A ou horizonte hístico, dentro de 200cm da superfície do solo, ou de 400cm, se a soma dos horizontes A+E ou dos horizontes hístico mais E ultrapassar 200cm de profundidade.

Abrangência - Todos os solos que foram classificados anteriormente como PODZOL e PODZOL Hidromórfico.

4.5 GLEISSOLOS

Conceito - Compreende solos Hidromórficos, constituídos por material mineral, que apresentam horizonte Gleí dentro de 150cm da superfície do solo,

imediatamente abaixo de horizontes A ou E (com ou sem gleização), ou de horizonte hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos; não apresentam textura exclusivamente areia ou areia franca em todos os horizontes dentro dos primeiros 150cm da superfície do solo ou até um contato lítico, tampouco horizonte vértico, ou horizonte B textural com mudança textural abrupta acima ou coincidente com horizonte glei ou qualquer outro tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei. Horizonte plíntico, se presente, deve estar à profundidade superior a 200 cm da superfície do solo.

Em condições naturais, os solos desta classe encontram-se permanente ou periodicamente saturados por água. Caracterizam-se pela forte gleização, em decorrência do ambiente redutor, virtualmente livre de oxigênio dissolvido, associado à demanda de oxigênio pela atividade biológica.

O processo de Gleização implica na manifestação de cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas, devido à redução e solubilização do ferro, permitindo a expressão das cores neutras dos minerais de argila, ou ainda a precipitação de compostos ferrosos em decorrência da escassez de oxigênio causada pelo encharcamento.

São solos mal ou muito mal drenados, em condições naturais, que apresentam seqüência de horizontes A-Cg ; A-Big- Cg ; A-Btg-Cg ; A-E-Btg-Cg ; A-Eg-Bt-Cg ; Ag-Cg ; H-Cg , tendo horizonte superficial cores desde cinzentas até pretas, espessura normalmente entre 10 e 50cm e teores médios a altos de carbono orgânico.

Comumente, desenvolvem-se em sedimentos recentes nas proximidades dos Cursos d'água e em materiais Colúvio-Aluviais sujeitos a condições de hidromorfia, podendo formar-se também em áreas de relevo plano de terraços fluviais, lacustres ou marinhos, ou ainda a partir de materiais residuais em áreas abaciadas e depressões. Ocorrem sob vegetação hidrófila ou higrófila herbácea, arbustiva ou arbórea.

Definição - Solos constituídos por material mineral com horizonte Glei dentro dos primeiros 150cm da superfície, imediatamente abaixo de horizonte A ou E, ou de horizonte H (hístico) com espessura insuficiente para definir a classe

dos Organossolos, satisfazendo ainda aos seguintes requisitos: a) ausência de qualquer tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei; b) ausência de horizonte vértico, plíntico, ou B textural com mudança textural abrupta, coincidente com o horizonte glei; c) ausência de horizonte plíntico dentro de 200cm a partir da superfície do solo.

Abrangência - Esta classe abrange os solos que foram classificados anteriormente como Gleí Pouco Húmico, Gleí Húmico, parte do Hidromórfico Cinzento (sem mudança textural Abrupta) Gleí Tiomórfico e Solonchak com horizonte Gleí.

4.6 LATOSSOLOS

Conceito - Solos constituídos por material mineral com horizonte B Latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte Diagnóstico Superficial, exceto horizonte Hístico.

São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo. São virtualmente destituídos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo, e têm CTC da fração argila baixa, inferior a 17Cmolc / Kg de Argila sem correção para carbono, permitindo variações desde solos predominantemente cauliníticos, com valores de K_i mais altos, em torno de 2,0, admitindo o máximo de 2,2, até solos oxídicos de K_i extremamente baixo.

Variam de fortemente a bem drenados, embora ocorram variedades que têm cores pálidas, de drenagem moderada ou até mesmo imperfeitamente drenada, indicativa de formação em condições, atuais ou passadas, com um certo grau de gleização.

São normalmente muito profundos, sendo a espessura do *solum* raramente inferior a um metro. Têm seqüência de horizontes A, B, C, com pouca diferenciação de subhorizontes, e transições usualmente difusas ou graduais. O incremento de argila do "A" para o "B" é pouco expressivo ou inexistente e a Relação Textural B/A não satisfaz os requisitos para B textural. De um modo geral, os teores da fração argila no *solum* aumentam gradativamente com a profundidade, ou permanecem

constantes ao longo do perfil.

São, em geral, fortemente ácidos, com baixa saturação por bases, distróficos ou alumínicos. Ocorrem, todavia, solos com saturação por bases média e até mesmo alta; encontrados geralmente em zonas que apresentam estação seca pronunciada, semi-áridas ou não, ou ainda por influência de rochas básicas ou calcárias.

São típicos das regiões equatoriais e tropicais, ocorrendo também em zonas subtropicais, distribuídos, sobretudo, por amplas e antigas superfícies de erosão, pedimentos ou terraços fluviais antigos, normalmente em relevo plano e suave ondulado, embora possam ocorrer em áreas mais acidentadas, inclusive em relevo montanhoso. São originados a partir das mais diversas espécies de rochas e sedimentos, sob condições de clima e tipos de vegetação os mais diversos.

Definição - Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico, imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300cm, se o horizonte A apresenta mais que 150cm de espessura.

Abrangência - Nesta Classe estão incluídos todos os Latossolos, excetuadas algumas modalidades anteriormente identificadas como Latossolos Plínticos.

4.7 LUVISSOLOS

Conceito - Solos Minerais, Não Hidromórficos, com Horizonte B Textural ou B Nítico, com Argila de Atividade Alta e Saturação por Bases Alta, imediatamente abaixo de Horizonte A ou Horizonte E (Eluvial).

Variam de bem a imperfeitamente drenados, sendo normalmente pouco profundos (60 – 120cm), com seqüência de horizontes ABt e C, e nítida diferenciação entre A e Bt, devido ao contraste de textura, cor e/ou estrutura entre os mesmos. A transição para o B textural é clara ou abrupta com predominância desta última. Podem ou não apresentar pedregosidade na parte superficial e o caráter solódico ou sódico, na parte subsuperficial.

O horizonte Bt é avermelhado, amarelado e menos frequentemente, brunado

ou acinzentado. A estrutura é usualmente em blocos (moderada ou fortemente desenvolvida), ou prismática, composta de blocos angulares e subangulares.

São moderadamente ácidos a ligeiramente alcalinos. Os teores de alumínio extraível são baixos ou nulos; apresentam Ki elevados no horizonte Bt, normalmente entre 2,4 – 4,0, denotando presença, em quantidade variável, mas expressiva, de argilominerais do Tipo 2:1 .

Abrangência - Solos classificados anteriormente como Bruno Não Cálculos, Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico Argila de Atividade Alta e Podzólico Bruno-Acinzentado Eutrófico e alguns Podzólicos Vermelho-Escuro Eutróficos com Argila de Atividade Alta.

4.8 NEOSSOLOS

Conceito - Compreende solos constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem, como maior resistência ao intemperismo ou composição químico-mineralógica, ou por influência dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução desses solos.

Possuem seqüência de horizonte A-R, A-C-R, A-Cr-R, A-C, O-R ou H-C sem atender, contudo, aos requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes dos Chernossolos, Vertissolos, Plintossolos, Organossolos ou Gleissolos.

Definição - Solos constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte “ B” diagnóstico.

Abrangência - Nesta classe estão incluídos os solos que foram anteriormente classificados como Litossolos e Solos Litólicos, Regossolos, Solos Aluviais e Areias Quartzozas (distróficas, marinhas e hidromórficas). Solos com horizonte A húmico

ou A proeminente, com espessura maior que 50cm, seguido por contato lítico ou com seqüência de horizontes A, C ou ACr .

4.9 NITOSSOLOS

Conceito - Compreende solos constituídos por material mineral, com Horizonte B Nítico (Reluzente) de argila de atividade baixa, textura argilosa ou muito argilosa (teores de argila maiores que 350g / Kg de solo a partir do horizonte A), estrutura em blocos subangulares ou angulares, ou prismática, de grau moderado ou forte, com cerosidade expressiva nas superfícies dos agregados.

Estes solos apresentam horizonte B bem expresso em termos de grau de desenvolvimento de estrutura e cerosidade, com gradiente textural menor que 1,5.

Esta classe exclui solos com incremento no teor de argila requerido para a maior parte do horizonte B textural, sendo a diferenciação de horizontes menos acentuada que a dos Argissolos , com transição do A para B clara ou gradual e entre subhorizontes do B, gradual ou difusa. São profundos, bem drenados, de coloração variando de vermelha a brunada.

São em geral, moderadamente ácidos a ácidos, com argila de atividade baixa ou com caráter alítico, com composição caulínítico-oxídica. Quando possuem o caráter alítico apresentam mineralogia da argila com hidróxi-Al entre camadas. Podem apresentar horizonte A de qualquer tipo.

Definição - Solos constituídos por material mineral, que apresentam horizonte B Nítico abaixo do horizonte A com argila de atividade baixa ou caráter alítico na maior parte do horizonte B, dentro de 150cm da superfície do solo. Tem textura argilosa ou muito argilosa (teores de argila maiores que 350g / Kg de solo a partir do horizonte A) e relação textural igual ou menor que 1,5 .

Abrangência – Nesta classe se enquadram solos que foram classificados, na maioria, como Terra Roxa Estruturada, Terra Roxa Estruturada Similar, Terra Bruna Estruturada, Terra Bruna Estruturada Similar e alguns Podzólicos Vermelho-Escuros e Podzólicos Vermelhos-Amarelos.

OBS: Solo desta classe é ilustrado pela figura 27 .

4.10 ORGANOSSOLOS

Conceito - Compreende solos pouco evoluídos, com predominância de características devidas ao material orgânico do qual são constituídos, de coloração preta, cinzenta muito escura ou brunada, resultantes de acumulação de resíduos vegetais, em graus variáveis de decomposição, sob condições de drenagem restrita (ambientes mal a muito mal drenados), ou em ambientes úmidos de altitudes elevadas, saturados com água por apenas poucos dias durante o período chuvoso.

Em ambientes sob fortes condições hidromórficas, devido a elevação do lençol freático durante grande parte do ano, as condições anaeróbicas restringem os processos de mineralização da matéria orgânica, bem como limitam o processo pedogenético, acarretando uma acumulação significativa de resíduos vegetais. De forma análoga, em ambientes úmidos de altitudes elevadas, as baixas temperaturas também contribuem para o acúmulo resíduos orgânicos pela redução da atividade biológica.

Esta classe abrange solos com horizontes de constituição orgânica (H ou O), com grande proporção de resíduos vegetais em grau variável de decomposição, que podem se sobrepor ou estarem entremeados por horizontes ou camadas minerais de espessuras variáveis.

Usualmente são solos fortemente ácidos, apresentando alta CTC e baixa saturação por bases, com raras ocorrências de saturação média ou alta. Podem apresentar horizonte sulfúrico, materiais sulfídricos, caráter sálico, propriedade sódica ou solódica, podendo estar recobertos por deposição pouco espessa (< 40cm de espessura) de camadas de material mineral.

Ocorrem normalmente em áreas baixas de várzeas e depressões, sob vegetação hidrófila ou higrófila (campestre ou florestal). Ocorrem também em áreas saturadas com água (menos de 30 dias) no período das chuvas, situadas em regiões de altitude elevada e úmidas.

Definição - Solos constituídos por material orgânico em mistura com maior ou menor proporção de material mineral e que atendem um dos seguintes

requisitos: 1) 60cm ou mais de espessura se 75% ou mais do material orgânico compõe-se de tecido vegetal sob a forma de fragmentos de ramos, troncos, raízes e cascas, exceto partes vivas; 2) estão saturados com água no máximo por 30 dias consecutivos por ano, durante o período mais chuvoso, com horizonte hístico de 20cm ou mais sobrejacente a um contato lítico ou a fragmentos de rocha; ou 40cm ou mais quando sobrejacente a horizonte A, B ou C.

Abrangência - nesta classe estão incluídos Solos Orgânicos, Semiorgânicos, Solos Tiomórficos de constituição orgânica ou semi-orgânica e parte dos Solos Litólicos com horizonte "O" hístico com 20cm ou mais de espessura.

4.11 PLANOSSOLOS

Conceito – Esta Classe compreende solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, de textura mais leve, que contrasta abruptamente com o horizonte B ou com transição abrupta conjugada com acentuada diferença de textura do A para B imediatamente subjacente, adensado, geralmente de acentuada concentração de argila, permeabilidade lenta ou muito lenta, constituindo, por vezes, um horizonte pã, responsável pela formação de lençol d'água sobreposto (suspenso), de existência periódica e presença variável durante o ano.

Podem apresentar qualquer tipo de horizonte A ou E, e nem sempre horizonte E Álbico, seguidos de B Plânico, tendo sequência de horizonte A, AB ou A, E (Álbico ou não) ou Eg, seguidos de Bt, Btg, Btn ou Btnng.

É peculiar ao horizonte B a presença de estrutura forte grande em blocos angulares, normalmente com aspecto cúbico, ou então estrutura prismática ou colunar, pelo menos na parte superior deste horizonte.

Solos desta classe podem ou não ter horizonte Cálcico, caráter carbonático, Duripã, propriedade sódica, solódica, caráter salino ou sálico. Podem apresentar Plintita, desde que em quantidade ou em posição não diagnóstica para enquadramento na classe dos Plintossolos.

Ocorrem preferencialmente em áreas de relevo plano ou suave ondulado, onde as condições ambientais e do próprio solo favorecem a permanência cíclica anual de excesso de água, mesmo que de curta duração, especialmente em regiões sujeitas à estiagem prolongada, e até mesmo sob condições de clima semi-árido.

Definição - Solos constituídos por material mineral com horizonte A ou E seguido de horizonte B Plântico (Tipo especial de horizonte B Textural, subjacente a horizonte A ou E e precedido por uma mudança textural abrupta). Se apresentar horizonte plântico ou horizonte glei, não satisfaz os requisitos para enquadramento nas classes dos Plintossolos e dos Gleissolos, respectivamente.

Abrangência - Inclui os solos que foram anteriormente classificados como Planossolos, Solonetz- Solodizado e Hidromórficos Cinzentos que apresentam mudança textural Abrupta.

4.12 PLINTOSSOLOS

Conceito - Solos minerais formados sob condições de restrição à percolação da água, sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade. De maneira geral são imperfeitamente ou mal drenados, que se caracterizam fundamentalmente por apresentar expressiva plintização com ou sem petroplintita na condição de que não satisfaçam os atributos estipulados para as classes dos Neossolos, Cambissolos, Luvisolos, Argissolos, Latossolos, Planossolos ou Gleissolos.

São solos que apresentam muitas vezes horizonte B textural sobre ou coincidente com o horizonte plântico, ou com o horizonte Concrecionário, ocorrendo também, solos com horizonte B incipiente, B latossólico, horizonte glei e solos sem horizonte B.

Usualmente são solos bem diferenciados, podendo o horizonte A ser de qualquer tipo, tendo seqüência de horizontes A, AB, ou A, E seguidos de Bt, ou Bw, ou Bi, ou C, ou F, em sua maior parte acompanhados dos sufixos f ou c .

Predominantemente são fortemente ácidos, com saturação por bases

baixa e atividade da fração argila também baixa. Todavia, verifica-se a existência deles com V (%) média a alta, ou argila de alta atividade como também solos com propriedades solódica e sódica.

Parte dos solos desta classe (solos com horizonte plíntico) tem ocorrência relacionada a terrenos de várzeas, áreas de relevo plano ou suave ondulado e mais raramente ondulado, em zonas geomórficas de depressão. Podem ocorrer em outras condições topográficas (terços inferiores de encostas ou áreas de surgentes) sob a influência de flutuação do lençol freático ou de inundação ou encharcamento periódico que restringem a percolação ou drenagem da água. Outra parte (principalmente solos com horizonte concrecionário) apresenta melhor drenagem e ocupa posições topográficas mais elevadas em relação aos anteriores, tais como bordos de platôs e áreas levemente dissecadas de chapadas e chapadões comuns às regiões central e norte do Brasil.

As áreas mais significativas dos solos com maior restrição de drenagem estão situadas no Médio Amazonas (Interflúvios dos rios Madeira, Purus, Juruá, Solimões e Negro), na Ilha de Marajó, no Amapá, na Baixada Maranhense, Gurupi, no Pantanal, na planície do Araguaia, na Ilha do Bananal e na Região de Campo Maior – PI, enquanto os de melhor drenagem (com presença marcante de petroplintita no perfil) são mais freqüentes nas regiões central e norte do Brasil, principalmente nos estados do Tocantins, Pará, Amazonas, Mato Grosso, Goiás, Piauí, Maranhão e no Distrito Federal.

Abrangência - Estão incluídos nesta classe solos que foram reconhecidos anteriormente como Lateritas Hidromórficas de modo geral, parte dos Podzólicos Plínticos, parte dos Gleis Húmicos e Pouco Húmicos e alguns dos Latossolos Plínticos. Incluem-se também outros solos classificados como Concrecionários Indiscriminados, Concrecionários Lateríticos, Solos Concrecionários e Petroplintossos.

4.13 VERTISSOLOS

Conceito - Solos constituídos por material mineral apresentando Horizonte

Vértico e pequena variação textural ao longo do perfil, nunca suficiente para caracterizar um horizonte “ B” Textural. Apresentam pronunciadas mudanças de volume com o aumento do teor de umidade no solo, fendas profundas na época seca, e evidências de movimentação da massa do solo, sob a forma de superfície de fricção (Slikensides). Podem apresentar microrrelevo tipo Gilgai e estruturas do tipo cuneiforme, inclinadas e formando ângulo com a superfície horizontal. Estas características resultam da grande movimentação da massa do solo que se contrai e fendilha quando seca e se expande quando úmida. São de consistência muito plástica e muito pegajosa, devido à presença comum de argilas expansíveis ou mistura destas com outros argilominerais.

Apresenta seqüência de horizonte do tipo A-Cv ou A-Biv-C. Variam de pouco profundos a profundos, embora ocorram também solos rasos. Quanto a drenagem, variam de imperfeitamente a mal drenados e, ocasionalmente, moderadamente drenados. Podem ser escuros, acinzentados, amarelados ou avermelhados. Quando úmidos têm permeabilidade à água muito lenta. Apresentam alta CTC, elevada Saturação por Bases (> 50%) com teores elevados de cálcio e magnésio, e alta relação K_i (> 2). O pH mais freqüente varia de neutro a alcalino. Sua estrutura é prismática em blocos angulares e subangulares ou cuneiformes e/ou paralelepípedicas. A textura é normalmente argilosa ou muito argilosa.

São solos desenvolvidos normalmente em ambientes de bacias sedimentares ou a partir de sedimentos com predomínio de materiais de textura fina e com altos teores de cálcio e magnésio, ou ainda de rochas básicas ricas em Ca^{++} e Mg^{++} . Ocorrem em diversas condições de clima, dos mais úmidos aos mais secos, tendo grande expressão nas bacias sedimentares da região semi-árida do Nordeste Brasileiro. Quanto ao relevo, estes solos ocorrem em áreas planas ou suave-onduladas e, com menor freqüência, em áreas movimentadas.

Definição - Solos constituídos por material mineral com horizonte vértico dentro de 100 cm de profundidade e relação textural insuficiente para caracterizar um “B” textural e atendendo aos seguintes requisitos: teor de argila de, no mínimo, 300g / Kg de solo nos 20 cm superficiais; fendas vérticais no período seco, com pelo menos 1 cm de largura, atingindo, no mínimo, 50 cm de profundidade, exceto

no caso de solos rasos, onde o limite mínimo é de 30 cm; ausência de material com contato lítico, ou horizonte petrocálcico, ou duripã dentro dos primeiros 30 cm de profundidade; ausência de qualquer tipo de horizonte “B” diagnóstico acima do horizonte vértico.

Abrangência - Todos os Vertissolos inclusive os Hidromórficos.



Figura 19: Perfil de **ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO** Alítico abrupto. (Pilar, AL)
Fonte: EMBRAPA (2006)



FIGURA 20: Perfil de **ARGISSOLO VERMELHO** Distrófico abrupto.
(Seropédica, RJ)
Fonte : EMBRAPA (2006)



Figura 21: Perfil de **ARGISSOLO AMARELO** Distrófico abruptico (São Mateus, ES)

Fonte: EMBRAPA (2006)

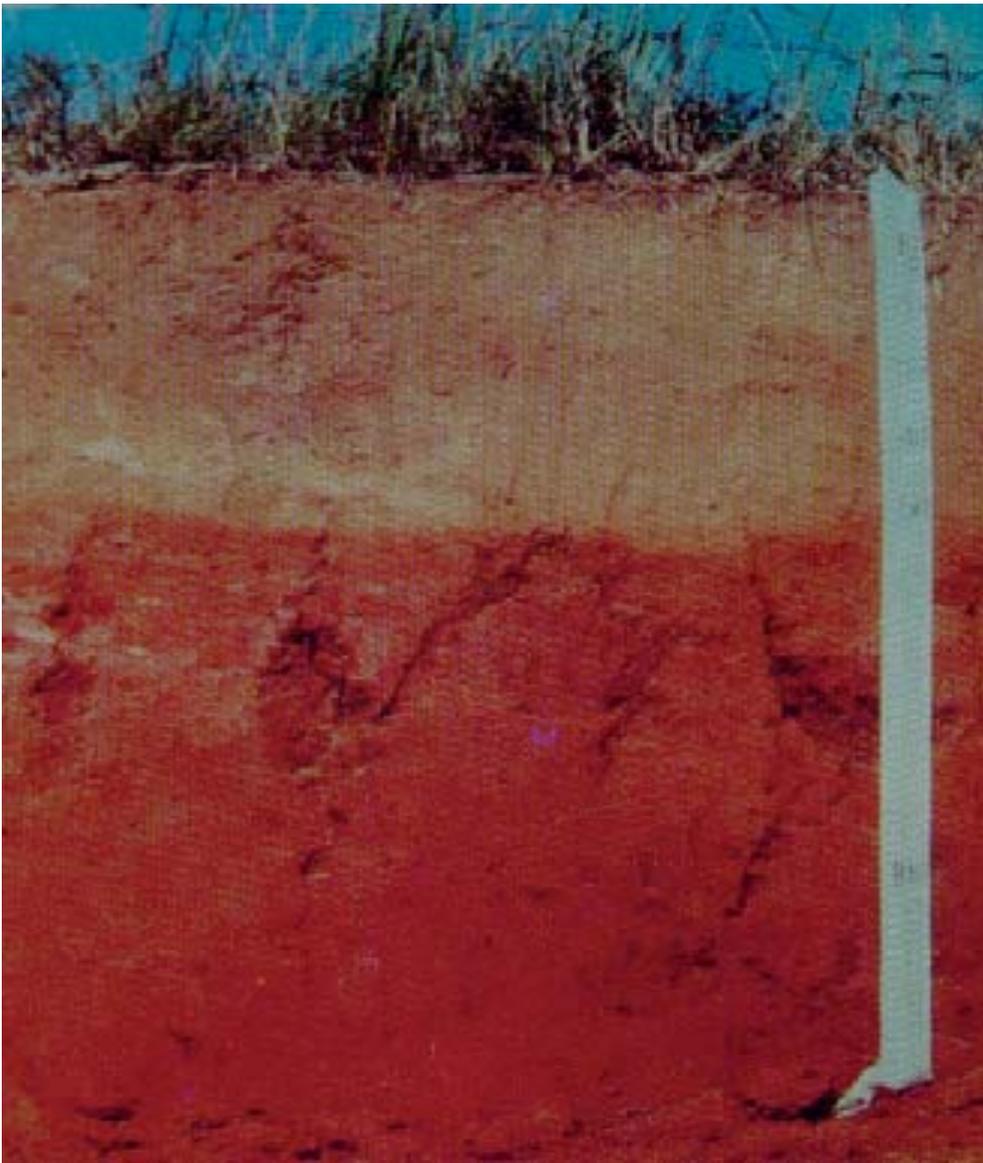


Figura 22: Perfil de **ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO** Distrófico abrúbtico (Siqueira Campos, PR)
Fonte: EMBRAPA (2006)



Figura 23: Perfil de **CAMBISSOLO HÁPLICO** Carbonático vértico saprolítico (Irecê, BA)
Fonte: EMBRAPA (2006)

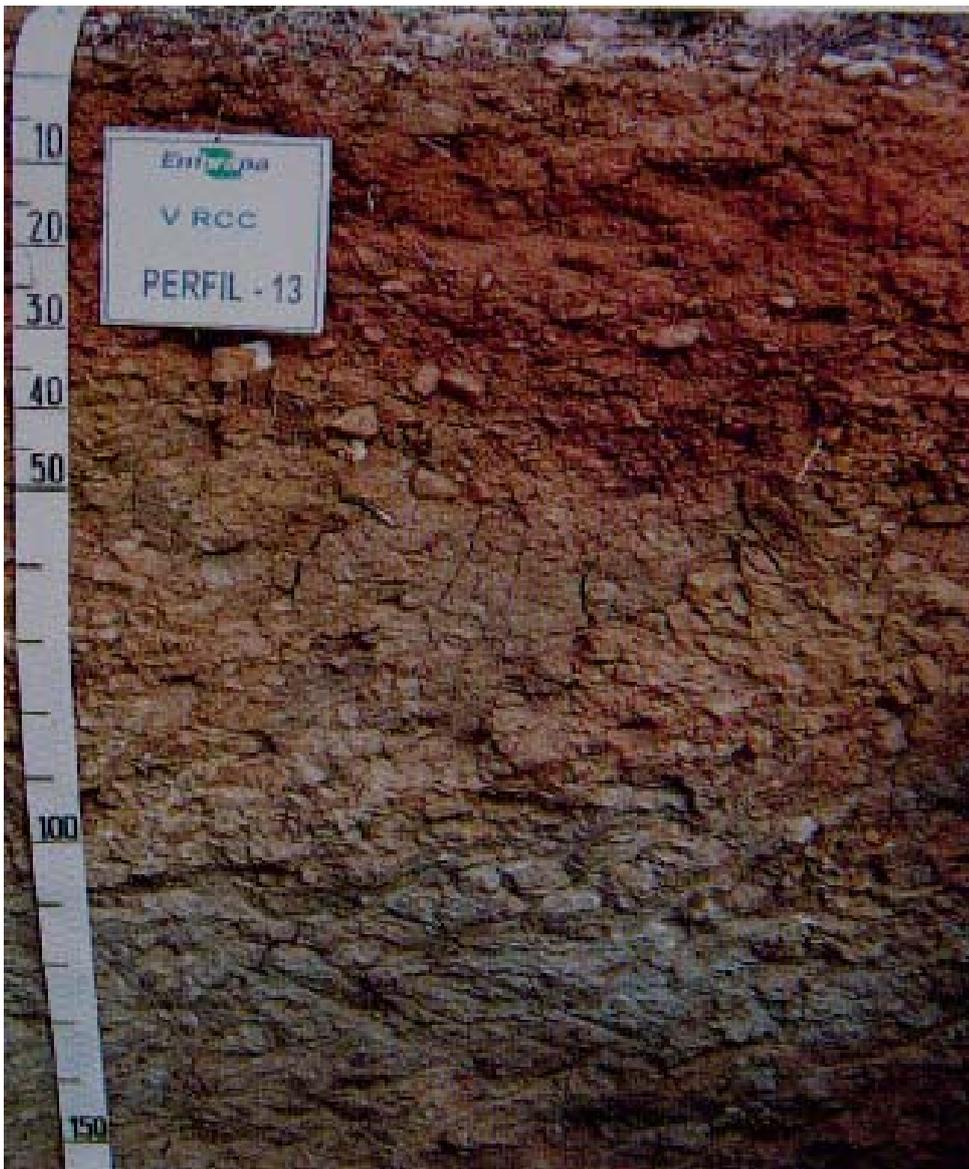


Figura 24: Perfil de **CAMBISSOLO HÁPLICO** Ta Eutrófico vértico (Cabrobó, PE)
Fonte: EMBRAPA (2006)



Figura 25: Perfil de **CHERNOSSOLO ARGILÚVICO** Órtico típico (Paty do Alferes, RJ)
Fonte: EMBRAPA (2006)



Figura 26: Perfil de **CHERNOSSOLO RÊNDZICO** Saprolítico típico (Italva, RJ)
Fonte: EMBRAPA (2006)



Figura 27: Perfil de **NITOSSOLO HÁPLICO** Eutrófico típico (São Carlos, SP)
Fonte: EMBRAPA (2006)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto Radambrasil. **Folha SA 24 Fortaleza**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: 1981. 483 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 21).

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto Radambrasil. **Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/Natal**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981. 740 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 23).

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto Radambrasil. **Folhas SD. 24 Salvador**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981. 624 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 24).

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto Radambrasil. **Folha SD. 23, Brasília**: geomorfologia, pedologia, vegetação; uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982. 655 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 29).

CURSO de especialização por tutoria à distância: módulo 6 – plantio direto – fertilidade de solos. Brasília, DF: ABEAS; UnB, [2001] . 94 p. Tutores: Prof. Sebastião Alberto de Oliveira (UnB/FAV); Prof. Wenceslau J. Goedert (UnB/FAV) e Prof. Djalma M. G. de Sousa (Embrapa Cerrados).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Atributos, diagnósticos, outros atributos. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. Cap. 1. p. 33-44.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Conceitos e definição das classes de 1º nível (ordens). In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. Cap. 3. p. 76-92.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Horizontes: diagnósticos superficiais - Horizontes: diagnósticos subsuperficiais. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. Cap. 2. p. 45-65.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal**. Rio de Janeiro, 1978. 455 p. (EMBRAPA. SNLCS. Boletim Técnico, 53).

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento de Reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Curitiba: EMBRAPA-SNLCS:SUDESUL: IAPAR, 1984. v. 1 (EMBRAPA-SNLCS. Boletim técnico, 27) Colaboração de: Jorge Olmos I. ; Lavach, Alcides Cardoso, Américo Pereira de Carvalho, Delcio Peres Hochmiller, Pedro Jorge Fasolo e Moacyr de Jesus Ravien.

GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. de. **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Anuário estatístico do Brasil**. Brasília, 1998. v. 58, p. 1-22.

SILVA, C. M. M. de S.; FAY, E. F. Características do ambiente solo. In: SILVA, C. M. M. de S.; FAY, E. F. (Ed.). **Agrotóxicos e ambiente**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente; Brasília: Embrapa informação Tecnológica, 2004. Cap. 2. p. 79-90.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. **Correção do solo e adubação da cultura da soja**. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1996. 30 p. (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 33).

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E.; REIN, T. A. **Uso do gesso agrícola nos solos dos cerrados**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1996. 2 p. (Embrapa Cerrados. Guia Técnico do Produtor Rural, 5).

VILELA, L.; SOARES, W. V.; SOUSA, D. M. G. de; MACEDO, M. C. M. **Calagem e adubação para pastagens na Região do Cerrado**. 2. ed. Ver. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2000. 15 p. (Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 37).

WOTKE, A. C. P.; CAMARGO, O. a. de. Adsorção e troca iônica. In: MONIZ, A. C. (Coord.). **Elementos de pedologia**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975. Cap. 11. p. 125-147.