Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Solos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

5ª edição
revista e ampliada

Embrapa
Brasília, DF
2018

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Solos
Rua Jardim Botânico, 1024
CEP 22460-000 Rio de Janeiro, RJ
Fone: (21) 2179-4500
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê Local de Publicações da Embrapa Solos

Presidente
Vinicius de Melo Benites

Secretária-Executiva
Jacqueline Silva Rezende Mattos

Membros
Ademar Barros da Silva
Adriana Vieira de Camargo de Moraes
Bernadete da Conceição Carvalho Gomes Pedreira
Enyomara Lourenço Silva
Evaldo de Paiva Lima
Joyce Maria Guimarães Monteiro
Luciana Sampaio de Araujo
Maria Regina Capdeville Laforet
Maurício Rizzato Coelho
Moema de Almeida Batista
Ricardo de Oliveira Dart
Wenceslau Geraldes Teixeira

Supervisão editorial
Jacqueline Silva Rezende Mattos

Revisão de texto
Marcos Antônio Nakayama

Normalização bibliográfica
Luciana Sampaio de Araujo

Projeto gráfico e editoração eletrônica
Marcos Antônio Nakayama

Capa
Eduardo Guedes de Godoy

1ª edição
1ª impressão (1999): 1.000 exemplares
2ª impressão (2000): 1.000 exemplares
3ª impressão (2000): 1.000 exemplares
4ª impressão (2001): 1.000 exemplares
5ª impressão (2002): 1.000 exemplares
6ª impressão (2003): 1.000 exemplares

2ª edição
1ª impressão (2006): 2.000 exemplares
2ª impressão (2008): 2.000 exemplares
3ª impressão (2009): 2.000 exemplares
4ª impressão (2010): 2.000 exemplares
5ª impressão (2011): 2.000 exemplares

3ª edição
1ª impressão (2013): 2.000 exemplares
2ª impressão (2017): 3.000 exemplares

4ª edição
Publicação digitalizada (2018)

5ª edição
1ª impressão (2018): 3.000 exemplares

Todos os direitos reservados.
A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Solos

Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / Humberto Gonçalves dos Santos … [et al.].
– 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2018.
356 p. : il. color. ; 16 cm x 23 cm.

ISBN 978-85-7035-800-4

1. Classificação do solo. 2. Nomenclatura. 3. Pedologia. I. Santos, Humberto Gonçalves dos. II. Jacomine, Paulo Klinger Tito. III. Anjos, Lúcia Helena Cunha dos. IV. Oliveira, Virlei Álvaro de. V. Lumbreras, José Francisco. VI. Coelho, Maurício Rizzato. VII. Almeida, Jaime Antonio de. VIII. Araújo Filho, José Coelho de. IX. Embrapa Solos.

CDD 631.44

Luciana Sampaio de Araujo (CRB 7/5165)

© Embrapa, 2018

Autores

Humberto Gonçalves dos Santos

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

Paulo Klinger Tito Jacomine

Engenheiro-agrônomo, doutor *honoris causa* em Gênese, Morfologia e Classificação de Solos, professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, PE

Lúcia Helena Cunha dos Anjos

Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência do Solo, professora titular do Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ

Virlei Álvaro de Oliveira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Geociências e Meio Ambiente, pesquisador aposentado do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Goiânia, GO

José Francisco Lumbreras

Engenheiro-agrônomo, doutor em Planejamento e Gestão Ambiental, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

Maurício Rizzato Coelho

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

Jaime Antonio de Almeida

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, professor da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages, SC

José Coelho de Araújo Filho

Engenheiro-agrônomo, doutor em Geoquímica e Geotectônica, pesquisador da Embrapa Solos, Recife, PE

João Bertoldo de Oliveira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador aposentado do Instituto Agronômico (IAC), Campinas, SP

Tony Jarbas Ferreira Cunha

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE

Agradecemos às instituições de ensino, pesquisa e planejamento e aos pedólogos brasileiros, que têm contribuído com sugestões, comentários e críticas ao longo do desenvolvimento do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

In memoriam

Marcelo Nunes Camargo

Engenheiro-agrônomo pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), doutor livre-docente em Formação e Classificação de Solos pela UFRRJ, diplomado em Morfologia e Gênese de Solos pela Universidade Estadual da Carolina do Norte (Estados Unidos da América), pesquisador do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (atual Embrapa Solos) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), ex-professor adjunto da UFRRJ agraciado, em 1994, com o prêmio Moinho Santista na área de Ciências Agrárias (categoria Solos Agrícolas), dedicou toda a sua vida aos estudos de morfologia, classificação, correlação e cartografia de solos. Vindo a se tornar o maior expoente da pedologia de solos tropicais, coordenou os trabalhos que culminaram com a publicação do Mapa de Solos do Brasil, em 1981.

Esta página é uma homenagem e, ao mesmo tempo, uma manifestação pública de reconhecimento pelos inestimáveis serviços prestados ao Brasil, no campo da Pedologia, ao inesquecível companheiro que se dedicou, até os últimos dias de sua vida, à tarefa de contribuir para a consolidação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

Apresentação

A Embrapa Solos, unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), tem a honra de apresentar à sociedade e, em especial, à comunidade de Ciência do Solo, a 5ª edição do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS).

Esta obra é o resultado da experiência coletiva em solos brasileiros, envolvendo colaboradores de diversas instituições nacionais de pesquisa e ensino, sob a liderança e coordenação da Embrapa Solos. Sua estrutura de trabalho é composta por um Comitê-Executivo Nacional assessorado por colaboradores regionais e núcleos locais de discussão das áreas de gênese, morfologia e classificação de solos.

À Embrapa Solos coube a coordenação deste trabalho, incluindo ainda o papel de articuladora das ações necessárias para viabilizar a consecução dos objetivos propostos. O Comitê-Executivo, cujos membros são os autores desta publicação, é o responsável pelo trabalho de avaliação, consolidação, organização e redação final do documento.

Além do grande e louvável esforço necessário para sobrepujar as dificuldades inerentes ao desenvolvimento de um sistema próprio para a classificação dos solos brasileiros, incluindo as dificuldades de acesso geográfico e de recursos humanos e financeiros, foram necessários arrojo e coragem para acreditar que já havia no País cientistas bem formados e capacitados para investigar, entender e organizar o conhecimento sobre os solos tropicais. A diversidade e as peculiaridades desses solos não eram totalmente contempladas nos sistemas existentes, desenvolvidos para outras condições climáticas e de terreno. A partir dos primeiros levantamentos de solos sistemáticos realizados no Brasil durante as décadas de 1950 e 1960, que vieram a culminar no atual SiBCS, destacam-se os nomes do seu líder e, talvez, senão certamente, o mais dedicado pesquisador deste tema, Dr. Marcelo Nunes Camargo, e de outro importante colaborador, o Dr. Jakob Bennema (Universidade de Wageningen, Holanda). Nos anos seguintes, o trabalho foi mantido por vários pesquisadores e professores, em suas respectivas instituições de origem, em todo

o País, que se dedicam ao estudo e aprofundamento do tema “classificação de solos”. Dentre os participantes, vários são membros dos Núcleos Locais de Discussão e Colaboração, aos quais estendemos os agradecimentos de todos que atuam em Pedologia no Brasil.

Apesar dos momentos difíceis por que passou nas décadas de 1980 e 1990, a Pedologia vem ganhando novamente o interesse da sociedade, no Brasil e no mundo, pela inquestionável importância do recurso solo em todas as questões de produção de alimentos, fibras e energia, mudanças climáticas e sustentabilidade ambiental. Assim, conhecer os solos para melhor manejá-los pela otimização da aplicação de práticas agronômicas sustentáveis, bem como para executar planejamento de uso das terras por meio de zoneamentos, tornou-se indispensável, inclusive para a definição de políticas públicas.

Vale destacar que as ideias e propostas emanadas das *Reuniões de classificação e correlação de solos* no campo (RCCs), que contam com a participação de pedólogos de todo o Brasil, são implementadas sob os auspícios da Embrapa Solos e seus parceiros. Os resultados dessas reuniões e outras sugestões e críticas recebidas, por meio da página do SiBCS na internet[1], de usuários que aplicam o SiBCS desde 1999 (1ª edição) têm sido avaliados pelo Comitê-Executivo, e muitos deles, quando há consenso, são incorporados ao SiBCS. Assim, desde a 4ª edição do SiBCS, foram realizadas duas RCCs (em Roraima e Rondônia), as quais contribuíram significativamente para o aperfeiçoamento do sistema. Para realização dessas RCCs, houve apoio estratégico e financeiro da Embrapa e de outras instituições de ensino e pesquisa, bem como apoio financeiro de órgãos de fomento à pesquisa científica, como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

A elaboração do SiBCS, que envolveu diversas instituições de ensino e pesquisa de todo o Brasil, representa um claro exemplo de parceria bem-sucedida para a retomada desse tema como um projeto nacional, de interesse e responsabilidade da comunidade da Ciência do Solo do Brasil. Hoje, o SiBCS tem abrangência nacional e é adotado em cursos de Ciências Agrárias e outros de todas as universidades brasileiras, além de ser tema de um dos livros mais vendidos da Embrapa.

O SiBCS, nesta 5ª edição, continua a ser um sistema hierárquico de classificação e busca consolidar a sistematização taxonômica que expresse o conhecimento para a discriminação de classes de solos identificadas no País. As alterações realizadas nesta edição em relação à anterior compreendem desde mudanças nos critérios e conceitos de horizontes até a incorporação de classes de solos em níveis categóri-

[1] Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs>.

cos de subordem, grande grupo, subgrupo e família. Contudo, a Pedologia e a classificação de solos, devido à sua própria natureza escala-dependente, não são finitas *per se*. É fato que essa sistematização se apresente ainda incompleta na forma atual em razão da existência, no País, de solos ainda desconhecidos (e que possam justificar a inclusão de novas classes em diferentes níveis categóricos do sistema) e da natureza inerente a um sistema de classificação, qual seja, a de evoluir e se adequar ao avanço da Ciência do Solo, com inserção de novas classes e modificação de antigas à medida que novo conhecimento científico é gerado.

Portanto, solicita-se aos usuários a contínua experimentação e aplicação do SiBCS e o envio de sugestões e críticas para que o Brasil possa contar com material para novas edições aprimoradas do sistema.

Aos pioneiros e às gerações atuais de pesquisadores dedicados à classificação de solos no Brasil, nossos sinceros parabéns pela evolução do conhecimento sobre o tema.

José Carlos Polidoro
Chefe-Geral interino da Embrapa Solos

Nota do Comitê-Executivo

Na presente edição, o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) mantém a mesma estrutura geral, incorpora mudanças, redefinições e correções, está liberado para o uso e pode ser citado e correlacionado com outros sistemas.

Esta obra será aperfeiçoada ao longo de anos futuros, conforme determinado pelo uso efetivo em levantamentos de solos, estudos de correlação de solos e pesquisas na área de Ciência do Solo.

As alterações aqui apresentadas foram disponibilizadas para testes e validação pelos usuários (Santos et al., 2016, 2017) e parcialmente apresentadas no Congresso Brasileiro de Ciência do Solo de 2017. Abrangem desde definições e conceitos básicos até reestruturações de classes em todos os níveis categóricos. Tais mudanças são reflexos das sugestões e críticas recebidas de usuários do SiBCS e, sobretudo, das ideias e propostas emanadas das últimas sete reuniões de classificação e correlação de solos (RCCs) realizadas nas regiões Sul, Sudeste e Norte do País (Reunião..., 2000, 2005, 2008, 2010a, 2010b, 2012, 2013, 2015, 2017). As RCCs tradicionalmente têm permitido a validação e o aperfeiçoamento do SiBCS, bem como a uniformização de critérios, o intercâmbio interinstitucional e a transferência de informações entre profissionais da Ciência do Solo.

Dentre os aperfeiçoamentos, destacam-se ajustes, correções e redefinições de conceitos básicos relativos a definição de solo; caracteres argilúvico, alumínico e crômico; contato lítico; contato lítico fragmentário; constituição esquelética do solo; horizonte hístico e horizonte A antrópico. Alterações de redação, redefinição da seção de controle, de eliminação ou incorporação de classes de solos são propostas nos níveis categóricos de ordem (Gleissolos, Nitossolos, Organossolos, Vertissolos); de subordem (Argissolos Vermelhos, Cambissolos Hísticos, Chernossolos Argilúvicos, Neossolos Litólicos, Neossolos Regolíticos, Planossolos Nátricos); de grande grupo (inclusão dos Psamíticos nos Neossolos Regolíticos, redefinição dos Psamíticos nos Neossolos Flúvicos, exclusão dos Distroúmbricos e Eutroúmbricos nos Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos, exclusão dos Alíticos em várias subordens, criação dos Hísticos e exclusão dos Húmicos nos Gleissolos Tiomórficos); e de subgrupo (inclusões de inúmeras classes de solos, exclusão dos úmbricos, redefinição dos cher-

nossólicos, criação dos espesso-húmicos – Latossolos e Neossolos Quartzarênicos – e dos leptofragmentários – Argissolos, Cambissolos, Chernossolos, Gleissolos, Neossolos Regolíticos, Neossolos Quartzarênicos, Nitossolos, Organossolos e Plintossolos –, e substituição do termo *êndicos* por *mésicos* no 4º nível categórico dos Planossolos); bem como no nível categórico de família (como a criação dos ândicos) e série. São também apresentadas as classes de profundidade dos solos, classes de reação dos solos e uma proposta de designação dos tipos de terreno.

Os subgrupos existentes e já definidos no SiBCS podem ser utilizados em outros grandes grupos, em que não constem suas ocorrências, devendo ser enviada uma justificativa e cópia do perfil para avaliação e validação da nova classe. A proposição de novas classes em qualquer nível categórico deve ser enviada ao Comitê-Executivo de classificação de solos (CE), contendo uma justificativa para a sua inserção e uma cópia do perfil correspondente para avaliação e validação a fim de que essa nova classe possa ser incorporada oficialmente ao sistema.

Ao classificar um determinado perfil de solo, é permitido ao classificador fazer combinações de qualificativos para o 4º nível, desde que já definidos no SiBCS para qualquer grande grupo de solo. Admite-se a utilização de no máximo três qualificativos de 4º nível categórico, por exemplo, Argissolo Vermelho Eutrófico solódico abrúptico plintossólico (ver Capítulo 5, p. 133).

Esta edição substitui a classificação de solos que vinha sendo utilizada na Embrapa Solos (Camargo et al., 1987; Sistema..., 1999; Santos et al., 2006, 2013, 2014) e todas as aproximações anteriores (Sistema..., 1980, 1981; Camargo et al., 1988a; Carvalho et al., 1997).

Objetivando que o SiBCS seja continuamente aprimorado, em decorrência da evolução científica e aumento do conhecimento dos solos brasileiros, solicita-se aos usuários o envio periódico de críticas e sugestões, que deverão ser encaminhadas ao CE para o endereço eletrônico <cnps.sibcs@embrapa.br>, sendo que as atualizações realizadas poderão ser acessadas permanentemente na página do SiBCS na internet[1].

Cabe também esclarecer que o SiBCS, que vem sendo paulatinamente construído pela comunidade científica brasileira há décadas, hoje se encontra estruturado na forma de chave taxonômica até o 4º nível categórico, com recomendações de características/propriedades a serem empregadas na classificação de solos no 5º nível categórico (família). Ainda assim, na forma em que se encontra, o SiBCS já atende a praticamente todas as demandas atualmente conhecidas no Brasil acerca dos solos.

As sugestões de características/propriedades para o 6º nível categórico são de caráter preliminar. A sua implementação demandará um volume de informação específico e suporte organizacional no País para a sua validação.

---

[1] Disponível em: <http://www.embrapa.br/solos/sibcs>

Trajetória evolutiva do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos[1]

A classificação de solos no Brasil tem sido matéria de interesse essencialmente motivado pela necessidade decorrente de levantamentos pedológicos, os quais, por natureza, constituem gênero de trabalho indutor de classificação de solos.

A classificação pedológica nacional vigente consiste numa evolução do antigo sistema americano, formulado por Baldwin et al. (1938) e modificada por Thorp e Smith (1949). Esta classificação, que veio a ser nacionalizada, tem sua base fundada, em essência, nos conceitos centrais daquele sistema americano, contando, porém, com o amparo complementar de exposições elucidativas de conceitos e critérios proporcionados por algumas obras-chave, principalmente as de autoria de Kellogg (1949) e Kellogg e Davol (1949) sobre Latossolos; Simonson (1949) referente a Podzólicos Vermelho-Amarelos; Winters e Simonson (1951) e Simonson et al. (1952) pertinentes a diversos grandes grupos de solos; Estados Unidos (1951) relativa a Solos Glei e Solos Salinos e Alcalinos; Tavernier e Smith (1957) acerca de Cambissolos; e Oakes e Thorp (1951) sobre Rendzinas e Vertissolos (Grumossolos). Os conceitos centrais do antigo sistema americano formam a base da atual classificação brasileira transmudada, cuja esquematização atual descende de modificações de critérios, alteração de conceitos, criação de classes novas, desmembramento de algumas classes originais e formalização de reconhecimento de subclasses de natureza transicional ou intermediária. O processo foi sempre motivado pela apropriação das modificações às carências que se iam revelando, com a realização de levantamentos em escalas médias e pequenas, em que concorriam classes de categorias hierárquicas mais elevadas. O enfoque principal sempre esteve dirigido ao nível hierárquico de grandes grupos de solos, aliado ao exercício da criatividade tentativa no que corresponde ao nível de subgrupo, visto que classes dessa categoria nunca foram estabelecidas no sistema primitivo (Baldwin et al., 1938; Thorp; Smith, 1949).

[1] Adaptado de Jacomine e Camargo (1996).

As modificações se iniciaram na década de 1950, com os primeiros levantamentos pedológicos realizados pela então Comissão de Solos do Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas (CNEPA). Tornaram-se mais intensas a partir do final daquela década, com amplo uso de princípios que foram sendo reconhecidos em paralelo às aproximações com o novo sistema americano de classificação de solos, que então se desenvolvia (Estados Unidos, 1960), dando origem ao *Soil Taxonomy*, classificação oficial atualmente vigente naquele país (Estados Unidos, 1975, 1999). Muitas concepções surgidas com a produção desse novo sistema foram absorvidas na classificação em uso no Brasil. Igualmente, alguns conceitos e critérios firmados no esquema referencial do mapa mundial de solos (FAO, 1974) e no WRB (IUSS Working Group WRB, 2015) foram também assimilados no desenvolvimento da classificação nacional.

No levantamento pedológico do Estado de São Paulo (Lemos et al., 1960), foi reconhecido que horizontes pedogenéticos distintivos, próprios de determinados solos, são legítimos como critério diagnóstico para estabelecimento e definição de classes de solos em se tratando de sistema natural de classificação. Assim, foram, pela primeira vez no Brasil, empregados conceitos de horizonte B latossólico e horizonte B textural.

Como contribuições adicionais das pesquisas básicas de levantamento de solos daquele trabalho para a classificação pedológica brasileira, contam-se a conceituação de Latossolos e a subdivisão tentativa de classes dos Latossolos em decorrência das variações encontradas (Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho-Escuro, Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo Húmico); a criação da classe Terra Roxa Estruturada; e a subdivisão dos Solos Podzólicos principalmente em razão de distinções texturais entre solos, expressão do B textural no perfil, extraordinário contraste textural entre os horizontes eluviais e o B textural e, sobretudo, elevada saturação por bases no B textural ou mesmo no *solum*, condição até então não explicitada na classificação de Solos Podzólicos tropicais.

Já o levantamento pedológico realizado no sul de Minas Gerais (Camargo et al., 1962) reconhece o horizonte B incipiente, diagnóstico para a classe que abrigava os Solos Brunos Ácidos – precursora da classe Cambissolos.

Daí por diante, os levantamentos pedológicos, que vinham sendo executados pela Comissão de Solos e por instituições sucessoras, foram demandando adequação aos solos que foram sendo identificados, especialmente no que diz respeito às diversidades de atributos e à variabilidade morfológica e de constituição. Por consequência, modificações e acréscimos foram sendo adotados, envolvendo reajustes e inovações em critérios distintivos, resultando nas normas descritas em Carvalho et al. (1988).

Assim, repartições de grandes grupos iniciais foram sendo estabelecidas, decorrentes de disparidade em saturação por bases, atividade das argilas que têm como expressão a capacidade de troca de cátions dos coloides inorgânicos, saturação por sódio, presença de carbonato de cálcio, mudança abrupta de textura para o horizonte B, entre outros distintivos.

A coleção de critérios veio a abranger variados atributos diagnósticos, a par de diversos tipos de horizontes A, de horizontes B e de outros horizontes diagnósticos de posição variável nos perfis de solo, os quais foram assimilados com o correr do desenvolvimento do novo sistema americano de classificação pedológica (Estados Unidos, 1960, 1975, 1999, 2009) e do esquema FAO (1974, 1990) e WRB (IUSS Working Group WRB, 2015).

Várias classes de solos de alto nível categórico foram incluídas para incorporar a classificação de tipos de solos expressivamente distintos, os quais foram sendo identificados durante levantamentos pedológicos realizados na ampla diversidade de ambiências climáticas, geomórficas, vegetacionais e geológicas do território nacional.

O outro aditamento ao sistema adveio de estudo de verificação de solos na região Sul do País, dando a conhecer, no planalto de Curitiba, solos *sui generis*, motivando a proposição da classe Rubrozém (Bramão; Simonson, 1956).

Também da década de 1950 provém o reconhecimento da classe Hidromórfico Cinzento (Barros et al., 1958), constituindo derivação a partir de Planossolo e Glei Pouco Húmico do sistema americano, então vigentes (Baldwin et al., 1938; Thorp; Smith, 1949).

Posteriormente à distinção das classes Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho-Escuro e Latossolo Vermelho-Amarelo reportadas igualmente no referido levantamento do Estado de São Paulo, outras classes foram acrescidas com o estabelecimento de Latossolo Amarelo pelos trabalhos de Day (1959) e Sombroek (1961) na Amazônia; de Latossolo Bruno identificado por Lemos et al. (1967) no Rio Grande do Sul; de Latossolo Variação Una de constatação a partir de 1963 no sul da Bahia (Jacomine et al., 1977-1979); e de Latossolo Ferrífero como conceituado por Camargo (1982). A propósito da distinção de Latossolos, Camargo et al. (1988b) prestam conta da classificação desses solos no País.

Areias Quartzosas constituem classe de solos reconhecida desde o início da década de 1960 (Lemos et al., 1960) para formar grupo independente, desmembrado dos Regossolos – classe tornada menos abrangente pela exclusão daqueles solos quartzosos – definidos como solos pouco desenvolvidos em virtude da própria natureza refratária do material quartzoso, resultante em pouca evolução pedogenética.

Modificação de conceito no início da década de 1970, induzida pela realidade de solos identificados em diversas verificações de campo, tornou efetivada a classe Solos Litólicos (Freitas et al., 1971; Jacomine et al., 1972-1973).

No levantamento pedológico do Ceará, foram constatados Solos Podzólicos com características peculiares e atípicas em relação a concepções originais de classes estabelecidas destes solos, o que motivou o reconhecimento da classe Podzólico Acinzentado (Jacomine et al., 1973).

Similarmente, outros Solos Podzólicos atípicos, formados em cobertura atinente à Formação Barreiras (e congêneres), como contraparte de Latossolos Amarelos, motivaram a proposta de estabelecimento da classe Podzólico Amarelo (Reunião..., 1979a).

Solos de identificação problemática, visualizados como similares à Terra Roxa Estruturada (contudo, diferenciados pela cor relacionada aos constituintes oxídicos), têm sido encontrados na região Sul, e sua discriminação vem sendo contemplada com a formulação da classe Terra Bruna Estruturada (Carvalho et al., 1979; Carvalho, 1982).

Plintossolo constitui classe firmada no término da década de 1970 (Jacomine et al., 1980), como resultado de anos de reflexão sobre a validade da conceituação dos atuais Plintossolos como classe individualizada no sistema referencial. Grande parte dessa classe é integrada pelos vários solos da antiga classe Laterita Hidromórfica, com agregação de parte dos solos de algumas outras classes, conceituadas antes do Plintossolo.

O último acréscimo importante ao sistema referencial foi a classe Podzólico Vermelho-Escuro (Camargo et al., 1982), provendo grupo à parte de solos distintos da tradicional classe Podzólico Vermelho-Amarelo. O posicionamento dessa nova classe é homólogo ao dos demais Solos Podzólicos e se coloca em contraparte a Latossolo Vermelho-Escuro. A classe estabelecida inclui parte desmembrada de Podzólico Vermelho-Amarelo e engloba a totalidade da extinta Terra Roxa Estruturada Similar.

Estas foram importantes mudanças que incidiram na trajetória da classificação de solos no sentido de sua nacionalização, ora efetivada pelas quatro aproximações elaboradas de 1980 a 1997 e pela publicação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Sistema..., 1998, 1999; Santos et al., 2006, 2013, 2014). A correlação entre as classes de solos do SiBCS (desta edição) e as anteriormente utilizadas no Brasil até a publicação de sua 1ª edição (em 1999) é mostrada no Anexo I.

Mudanças relevantes ocorreram nesta edição do SiBCS, que compreendem desde o nível de ordem até o nível de família, havendo redefinição, reestruturação, extinção e inclusão de classes, conforme discutido e aprovado pelo Comitê-Executivo de Classificação de Solos (Santos et al., 2003, 2009, 2012, 2016, 2017).

Sumário

Introdução **25**

Definição de solo **27**

CAPÍTULO 1 – Atributos diagnósticos e outros atributos **29**

Atributos diagnósticos 29
- Material orgânico 29
- Material mineral 29
- Atividade da fração argila 30
- Saturação por bases 30
- Mudança textural abrupta 30
- Plintita 31
- Petroplintita 32
- Superfícies de fricção (*slickensides*) 32
- Caráter ácrico 32
- Caráter alumínico 32
- Caráter argilúvico 33
- Caráter carbonático 33
- Caráter hipocarbonático 33
- Caráter coeso 33
- Caráter concrecionário 34
- Caráter crômico 34
- Caráter dúrico 34
- Caráter ebânico 35
- Caráter espódico 35
- Caráter êutrico 35
- Caráter flúvico 35
- Caráter litoplíntico 36
- Caráter plânico 36

Caráter plíntico 36
Caráter redóxico 36
Caráter retrátil 38
Caráter rúbrico 38
Caráter sálico 38
Caráter salino 39
Caráter sódico 39
Caráter solódico 39
Caráter sômbrico 39
Caráter vértico 40
Contato lítico 40
Contato lítico fragmentário 40
Materiais sulfídricos 41
Teor de óxidos de ferro 42
Propriedades ândicas 42
Grau de decomposição do material orgânico 43

Outros atributos 44
Cerosidade 44
Superfícies de compressão 44
Gilgai 45
Autogranulação (*self-mulching*) 45
Relação silte/argila 45
Minerais alteráveis 46
Grupamento textural 46
Distribuição de cascalhos no perfil 47
Constituição esquelética do solo 48

CAPÍTULO 2 – Horizontes diagnósticos superficiais e horizontes diagnósticos subsuperficiais 49

Horizontes diagnósticos superficiais 49
Horizonte hístico 49
Horizonte A chernozêmico 50
Horizonte A húmico 51
Horizonte A proeminente 52
Horizonte A antrópico 53
Horizonte A fraco 53
Horizonte A moderado 53

Horizontes diagnósticos subsuperficiais 54
Horizonte B textural 54
Horizonte B latossólico 57
Horizonte B incipiente 59

Horizonte B nítico 61
Horizonte B espódico 62
Horizonte B plânico 65
Horizonte E álbico 66
Horizonte plíntico 67
Horizonte concrecionário 68
Horizonte litoplíntico 69
Horizonte glei 69
Horizonte cálcico 71
Horizonte petrocálcico 72
Horizonte sulfúrico 72
Horizonte vértico 73
Fragipã 73
Duripã 74

CAPÍTULO 3 – Níveis categóricos do sistema
Nomenclatura das classes
Bases e critérios
Conceito e definição das classes do 1º nível categórico (ordens) ... 75

Níveis categóricos do sistema 75
Classes do 1º nível categórico (ordens) 75
Classes do 2º nível categórico (subordens) 76
Classes do 3º nível categórico (grandes grupos) 77
Classes do 4º nível categórico (subgrupos) 77
Classes do 5º nível categórico (famílias) 79
Classes do 6º nível categórico (séries) 79

Nomenclatura das classes 79
Classes de 1º, 2º, 3º e 4º níveis categóricos 80
Classes do 5º nível categórico (famílias) 81
Classes do 6º nível categórico (séries) 81
Redação das classes de solos do SiBCS nas publicações nacionais e internacionais 81

Bases e critérios 82
Argissolos 82
Cambissolos 82
Chernossolos 83
Espodossolos 83
Gleissolos 83
Latossolos 84
Luvissolos 84

Neossolos 84
Nitossolos 85
Organossolos 85
Planossolos 85
Plintossolos 86
Vertissolos 86

Conceito e definição das classes do 1º nível categórico (ordens) 86
Argissolos 86
Cambissolos 88
Chernossolos 89
Espodossolos 90
Gleissolos 91
Latossolos 93
Luvissolos 95
Neossolos 96
Nitossolos 97
Organossolos 99
Planossolos 101
Plintossolos 102
Vertissolos 105

CAPÍTULO 4 – Classificação dos solos até o 4º nível categórico 107

Chave para a identificação das classes de solos 110
Chave para as classes do 1º nível categórico (ordens) 111

CAPÍTULO 5 – Argissolos 115

Classes do 2º nível categórico (subordens) 115
Classes do 3º nível categórico (grandes grupos) 116
Classes do 4º nível categórico (subgrupos) 119

CAPÍTULO 6 – Cambissolos 139

Classes do 2º nível categórico (subordens) 139
Classes do 3º nível categórico (grandes grupos) 140
Classes do 4º nível categórico (subgrupos) 143

CAPÍTULO 7 – Chernossolos 157

Classes do 2º nível categórico (subordens) 157
Classes do 3º nível categórico (grandes grupos) 158
Classes do 4º nível categórico (subgrupos) 159

CAPÍTULO 8 – Espodossolos 165
Classes do 2º nível categórico (subordens) 165
Classes do 3º nível categórico (grandes grupos) 166
Classes do 4º nível categórico (subgrupos) 169

CAPÍTULO 9 – Gleissolos 175
Classes do 2º nível categórico (subordens) 175
Classes do 3º nível categórico (grandes grupos) 176
Classes do 4º nível categórico (subgrupos) 178

CAPÍTULO 10 – Latossolos 195
Classes do 2º nível categórico (subordens) 195
Classes do 3º nível categórico (grandes grupos) 196
Classes do 4º nível categórico (subgrupos) 199

CAPÍTULO 11 – Luvissolos 213
Classes do 2º nível categórico (subordens) 213
Classes do 3º nível categórico (grandes grupos) 213
Classes do 4º nível categórico (subgrupos) 214

CAPÍTULO 12 – Neossolos 219
Classes do 2º nível categórico (subordens) 219
Classes do 3º nível categórico (grandes grupos) 220
Classes do 4º nível categórico (subgrupos) 223

CAPÍTULO 13 – Nitossolos 233
Classes do 2º nível categórico (subordens) 234
Classes do 3º nível categórico (grandes grupos) 234
Classes do 4º nível categórico (subgrupos) 236

CAPÍTULO 14 – Organossolos 243
Classes do 2º nível categórico (subordens) 243
Classes do 3º nível categórico (grandes grupos) 244
Classes do 4º nível categórico (subgrupos) 245

CAPÍTULO 15 – Planossolos 251
Classes do 2º nível categórico (subordens) 251
Classes do 3º nível categórico (grandes grupos) 251
Classes do 4º nível categórico (subgrupos) 253

CAPÍTULO 16 – Plintossolos 261
Classes do 2º nível categórico (subordens) 262
Classes do 3º nível categórico (grandes grupos) 262
Classes do 4º nível categórico (subgrupos) 263

CAPÍTULO 17 – Vertissolos 273
Classes do 2º nível categórico (subordens) 273
Classes do 3º nível categórico (grandes grupos) 274
Classes do 4º nível categórico (subgrupos) 275

CAPÍTULO 18 – Definições provisórias para 5º e 6º níveis categóricos (famílias e séries) 281
5º nível categórico (famílias) 281
6º nível categórico (séries) 288

CAPÍTULO 19 – Critérios para distinção de fases de unidades de mapeamento . 291
Fases e condições edáficas indicadas pela vegetação primária..... 291
Fases de relevo 294
Fases de pedregosidade 295
Fases de rochosidade 296
Fase erodida 296
Fase de substrato..... 296

Referências..... 297

Anexos 313
Anexo A – Classes de profundidade dos solos..... 313
Anexo B – Classes de drenagem 314
Anexo C – Classes de reação dos solos..... 316
Anexo D – Métodos de análises de solos adotados pela Embrapa Solos 317
Anexo E – Simbologia para as classes de 1º, 2º e 3º níveis categóricos 325
Anexo F – Tipos de terreno..... 338
Anexo G – Ordenação de legenda de identificação de solos..... 339
Anexo H – Padronização das cores das classes de 1° e 2° níveis categóricos para uso em mapas de solos 340
Anexo I – Correlação entre as classes do SiBCS e as classificações usadas anteriormente 342
Anexo J – Correspondência aproximada entre classes de solos em alto nível categórico no SiBCS, WRB e Soil Taxonomy..... 343
Anexo K – Perfis representativos das classes de solos..... 345

Introdução

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) é o sistema taxonômico oficial de classificação de solos do Brasil. É uma prioridade nacional compartilhada com várias instituições de ensino e pesquisa do País desde as primeiras tentativas de organização, a partir da década de 1970, com base em aproximações sucessivas, buscando definir um sistema hierárquico, multicategórico e aberto, que permita a inclusão de novas classes e que torne possível a classificação de todos os solos existentes no território nacional.

No período entre 1978 e 1997, foram elaboradas: a 1ª aproximação (Sistema..., 1980), a 2ª aproximação (Sistema..., 1981), a 3ª aproximação (Camargo et al., 1988a) e a 4ª aproximação (Carvalho et al., 1997), compreendendo discussões, organização, circulação de documentos para críticas e sugestões, assim como a divulgação, de início restrita, entre participantes e membros da comunidade científica, culminando com as publicações da 1ª, da 2ª, da 3ª e da 4ª edições do SiBCS (Sistema..., 1999; Santos et al., 2006, 2013, 2014), amplamente divulgadas nacional e internacionalmente e adotadas no Brasil.

O aperfeiçoamento permanente do SiBCS é um projeto nacional, de interesse e responsabilidade da comunidade de Ciência do Solo do País e é coordenado pela Embrapa Solos. Tem como fundamento as parcerias institucionais, os estudos anteriores e a evolução recente dos conhecimentos na área de Ciência do Solo.

Os pontos de referência iniciais para a 1ª e a 2ª edições foram a 3ª aproximação do Sistema (Camargo et al., 1988a) e as seguintes publicações: *Mapa mundial de suelos* (FAO, 1990), *Référentiel pédologique français* e *Référentiel pédologique* (Association Française pour L'Étude du Sol, 1990, 1995), *Keys to soil taxonomy* (Estados Unidos, 1994, 1998, 2006, 2010) e *World reference base for soil resources* (FAO, 1994, 1998, 2006). Esta edição do SiBCS é, à luz de conhecimentos e pesquisas geradas no País e no exterior (Estados Unidos, 1999; 2014; Isbell, 1996, 2016; IUSS Working Group WRB, 2015), o resultado de uma revisão e atualização dos parâmetros e critérios utilizados na 3ª e 4ª edições (Santos et al., 2013, 2014) e de aproximações anteriores, bem como da incorporação de sugestões e contribuições enviadas pela comunidade científica.

O projeto de desenvolvimento e validação do SiBCS está gerando ações em três instâncias de discussão e decisão, compreendendo grupos interinstitucionais organiza-

dos e atuantes em níveis nacional, regional e local e contando com equipes nas universidades, em instituições públicas estaduais ou federais e/ou instituições privadas, que têm trabalhado na execução de levantamentos de solos, na elaboração de dissertações e teses e em outras atividades relacionadas a esse tema.

A estrutura de trabalho atual é composta por um Comitê-Executivo Nacional assessorado por colaboradores regionais e núcleos locais de discussão das áreas de gênese, morfologia e classificação de solos.

Na 1ª edição do SiBCS, foram mantidas as 14 classes do 1º nível categórico da 4ª aproximação do sistema. Todavia, grande parte dos parâmetros e critérios utilizados na 4ª aproximação passou por muitas mudanças em seus conceitos e definições. Na 2ª edição, constam somente 13 classes de 1º nível categórico (ordens) em consequência da extinção da ordem Alissolos, de acordo com proposta de usuários do sistema, membros do Comitê Assessor Nacional e de Comitês Regionais, discutida e aprovada pelo Comitê-Executivo. Na presente edição, foram mantidas as 13 classes do 1º nível categórico.

As classes do 1º nível categórico (ordens) estão apresentadas alfabeticamente no Capítulo 3 (*Conceito e definição das classes do 1º nível categórico*) e nos Capítulos de 5 a 17. Nos Capítulos 1 e 2, foram feitas alterações nas definições de alguns atributos e horizontes, assim como a inserção de alguns caracteres.

No Capítulo 18, constam critérios e atributos taxonômicos para definição de classes do 5º nível categórico (famílias). Os critérios recomendados devem ser testados nas distintas classes de solos, verificando metodologias apropriadas e respostas em termos de importâncias agronômica e geotécnica e para fins diversos. O 6º nível categórico ainda está em fase de discussão. Para esses níveis categóricos, devem ser estimuladas ações de pesquisas nas instituições diversas.

A maioria dos anexos foi mantida de acordo com a 4ª edição, mas alguns foram atualizados, tais como *Métodos de análises de solos adotados pela Embrapa Solos* (Anexo D), *Simbologia para as classes de 1º, 2º e 3º níveis categóricos* (Anexo E), *Ordenação de legenda de identificação de solos* (Anexo G), *Padronização das cores das classes de 1º e 2º níveis categóricos para uso em mapas de solos* (Anexo H), e *Correspondência aproximada entre classes de solos em alto nível categórico no SiBCS, WRB e Soil Taxonomy* (Anexo J). Adicionalmente, foram inseridos os seguintes anexos: *Classes de profundidade dos solos* (Anexo A), *Classes de reação dos solos* (Anexo C) e *Tipos de terreno* (Anexo F).

As definições e notações de horizontes e camadas de solo são utilizadas de acordo com Carvalho et al. (1988) e os conhecimentos básicos de características morfológicas contidos na *Súmula da Reunião Técnica de Levantamento de Solos* (Reunião..., 1979b) e no *Manual de descrição e coleta de solo no campo* (Lemos; Santos, 1996; Santos et al., 2015). Em todo o texto, seguiram-se as designações do Sistema Internacional de Medidas, conforme *Guide for the use of the International System of Units (SI)* (Taylor, 1995).

Definição de solo

O solo que classificamos é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contêm matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas.

Quando examinados a partir da superfície, consistem em seções aproximadamente paralelas, organizadas em camadas e/ou horizontes que se distinguem do material de origem inicial, como resultado de adições, perdas, translocações e transformações de energia e matéria, que ocorrem ao longo do tempo e sob a influência dos fatores clima, organismos e relevo. Os horizontes refletem os processos de formação do solo a partir do intemperismo do substrato rochoso ou de sedimentos de natureza diversa. As camadas, por sua vez, são pouco ou nada afetadas pelos processos pedogenéticos, mantendo, em maior ou menor proporção, as características do material de origem.

O solo tem como limite superior a atmosfera, embora alguns solos possam ter uma coluna de água sobreposta (permanente ou periódica), desde que não haja impedimento ao desenvolvimento de raízes de plantas adaptadas a essas condições. Os limites laterais são os contatos com corpos d'água superficiais, rochas, gelo, áreas com coberturas de materiais detríticos inconsolidados, aterros ou terrenos sob espelhos d'água permanentes. O limite inferior do solo é difícil de ser definido. Em geral, o solo passa gradualmente, em profundidade, para rocha dura ou materiais saprolíticos ou sedimentos que não apresentam sinais da influência de atividade biológica. O material subjacente (não solo) contrasta com o solo pelo decréscimo nítido de constituintes orgânicos e pelo decréscimo de alteração e decomposição dos constituintes minerais, ou seja, pelo predomínio de propriedades mais relacionadas ao substrato rochoso ou ao material de origem não consolidado.

O corpo tridimensional que representa o solo é chamado de *pedon*. A face do *pedon* que vai da superfície ao contato com o material de origem, constituindo a unidade básica de estudo do SiBCS, é o perfil de solo, sendo avaliado em duas dimensões e perfazendo uma área mínima que possibilite estudar a variabilidade de atributos, propriedades e características dos horizontes ou camadas do solo.

Nas condições de clima tropical úmido, prevalecentes no Brasil, a expressão da atividade biológica e os processos pedogenéticos comumente ultrapassam profundidades maiores que 200 cm. Nesses casos, principalmente por questões práticas de execução de trabalhos de campo, o limite inferior da seção de controle do solo para fins de classificação é arbitrariamente fixado em 200 cm, exceto quando:

a) O horizonte A exceder 150 cm de espessura. Neste caso, o limite arbitrado é de 300 cm (situação eventualmente observada em Argissolos e Latossolos); ou

b) O horizonte E estiver presente no *sequum*, cuja espessura somada à do horizonte A for igual ou maior que 200 cm. Neste caso, aplicado exclusivamente para as classes dos Espodossolos, o limite arbitrado é de 400 cm.

Para certas características, atributos e/ou propriedades do solo, são utilizadas seções de controle específicas para propósitos de classificação. Essas seções de controle estão estabelecidas nas chaves para a identificação das classes de solos (Capítulos 4 a 17). No entanto, recomenda-se, sempre que possível, atingir 200 cm de profundidade para descrição de perfil de solos profundos.

Capítulo

1

Atributos diagnósticos e outros atributos

Atributos diagnósticos

Material orgânico

É aquele constituído por materiais originários de resíduos vegetais em diferentes estádios de decomposição, excluindo raízes vivas, mas incluindo fragmentos de carvão finamente divididos e biomassa presentes no solo como resultado de processos naturais. O material orgânico pode estar associado a material mineral em proporções variáveis. No entanto, será considerado como tal quando atender conjuntamente os seguintes requisitos:

a) O conteúdo de constituintes orgânicos deve impor preponderância de suas propriedades sobre as dos constituintes minerais; e

b) O teor de carbono orgânico deve ser igual ou maior que 80 g kg^{-1}, avaliado na fração terra fina seca ao ar (TFSA), conforme método adotado pela Embrapa Solos (ver Anexo D, p. 317).

Material mineral

É aquele formado predominantemente por compostos inorgânicos, em vários estádios de intemperismo. O material do solo é considerado mineral quando não satisfizer aos requisitos exigidos para material orgânico (item anterior).

Este critério é derivado de Estados Unidos (1999) e IUSS Working Group WRB (2015).