

SOLOS DO BRASIL: GÊNESE, CLASSIFICAÇÃO E LIMITAÇÕES AO USO

Data de aceite: 25/06/2020

Carlos Roberto Pinheiro Junior

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica – RJ.

Marcos Gervasio Pereira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica – RJ.

Eduardo Carvalho da Silva Neto

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica – RJ.

Lúcia Helena Cunha dos Anjos

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica – RJ.

Ademir Fontana

Centro Nacional de Pesquisa de Solos – Embrapa
Solos,
Rio de Janeiro – RJ.

RESUMO: Devido a sua grande extensão territorial, o Brasil apresenta uma ampla variabilidade ambiental, resultando em uma grande diversidade de solos. Considerando essa ampla variabilidade e a necessidade de organização das informações sobre solos, o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) agrupa os solos em nível de ordem, em 13 classes. As ordens do SiBCS refletem a grande variação nas características geológicas, geomorfológicas, climáticas de fauna e flora no

território brasileiro. Essa variação produz uma diversidade de processos pedogenéticos que imprimem propriedades morfológicas, físicas e químicas distintas aos solos. Assim, a utilização desse sistema de classificação se mostra eficaz para registrar, comparar, classificar e interpretar as informações do solo de forma consistente. A classificação dos solos permite identificar espacialmente as relações solo-paisagem e fornece informações sobre as propriedades e o potencial de uso dos solos. No caso do SiBCS, a classificação permite relacionar os processos de gênese à morfologia, organizando o conhecimento sobre os solos e funcionando como uma ferramenta eficaz de transferência de informações.

PALAVRAS-CHAVE: SiBCS, solo-paisagem, pedogênese.

BRAZILIAN SOILS: GENESIS, CLASSIFICATION AND USE LIMITATIONS

ABSTRACT: Due to the size of its territory, Brazil has a wide environmental variability, resulting in a great diversity of soils. Considering this wide variability and the need to organize soil information, the Brazilian Soil Classification System (SiBCS) groups soils at the order level, in 13 classes. SiBCS orders reflect the wide variation in geological, geomorphological, climatic characteristics, and even fauna and

flora in the Brazilian territory. This variation produces a diversity of pedogenetic processes that give different morphological, physical and chemical properties to the soils. Thus, the use of this classification system is effective to record, compare, classify and interpret soil information efficiently. Soil classification allows spatially identifying soil-landscape relationships and provides information on soil properties and potential for use. In the case of SiBCS, the classification makes it possible to relate the processes of genesis to morphology, organizing knowledge about soils and functioning as an effective tool for transferring information about soils.

KEYWORDS: SiBCS, soil-landscape, pedogenesis.

1 | INTRODUÇÃO

A formação do solo se dá a partir da interação de diferentes agentes, sendo estes denominados de fatores de formação, a saber: clima, organismos, relevo, material de origem e tempo, estando estes intimamente interligados em um sistema dinâmico (JENNY, 1941). Assim, qualquer variação em um destes fatores será responsável por modificações nos atributos edáficos observados em sessões (horizontes e/ou camadas) e conseqüentemente nos tipos de solos que ocorrem em uma determinada paisagem.

Devido a sua grande extensão territorial, o Brasil apresenta uma ampla variabilidade ambiental, resultando em uma grande diversidade de solos. A geologia brasileira é formada por extrema variedade de tipos de rochas, antigas e modernas, compondo uma grande diversidade de materiais de origem. A variação das condições de clima e vegetação resultam em diferentes domínios morfoclimáticos, onde são observadas desde as pradarias e araucárias na Região Sul, até o amazônico, com clima equatorial no Norte e da caatinga sob clima semiárido no Nordeste (Ab'SABER, 1970). O relevo, compartimentalizado em planícies, depressões, tabuleiros, chapadas, patamares, planaltos e serras (IBGE, 2009) resulta da interação das condicionantes climáticas e litológica e definem as regiões e unidades geomorfológicas, tendo em vista a sua grande influência no padrão da drenagem e toda dinâmica hidrológica. Adicionalmente, o território brasileiro situa-se num contexto geotectonicamente antigo e estável, marcado por diferentes ciclos de erosão, sedimentação e pedogênese ao longo do tempo.

O conhecimento da distribuição de solos no Brasil evoluiu de forma gradual desde o final do século XIX, com a realização dos primeiros estudos de solos no país (JACOMINE e CAMARGO, 1995). Inicialmente, os solos eram agrupados de acordo com o material de origem e unidades geomorfológicas. Com os trabalhos de levantamentos de solos iniciados na década de 1950 pela Comissão de Solos, do Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agrônômicas do Ministério da Agricultura (CNEPA-MA), começam os primeiros esforços para a classificação de solos no país, baseada em conceitos pedológicos (KER et al., 2017). Como os sistemas de classificação de solos mais difundidos na época se mostraram ineficientes para classificar os solos no território brasileiro, surge a demanda por uma classificação

brasileira de solos, cujas diversas aproximações culminaram com o lançamento do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (ANJOS et al., 2012).

O SiBCS é um sistema taxonômico (baseia-se em atributos relacionados aos processos de formação do solo), morfopedológico (baseado em propriedades relevantes como expressão da gênese do solo), multicategórico (categorias múltiplas), descendente (sistema que parte das categorias mais altas para as mais baixas) e de abrangência nacional. Além disso, uma das principais características do SiBCS é ser um sistema aberto (sujeito a modificações a título de atualização, complementação e aperfeiçoamento). No 1º nível categórico (ordem), é composto por 13 classes de solos, separadas por critérios que são passíveis de serem identificados no campo. Ou seja, tem como base atributos do solo que refletem a natureza do ambiente e as evidências (sinais) da atuação de um conjunto de processos pedogenéticos dominantes no desenvolvimento do solo (SANTOS et al., 2018). Assim, as classes em nível de ordem no SiBCS permitem uma estratificação de ambientes de acordo com propriedades do solo, possibilitando uma melhor compreensão da relação solo-paisagem.

Nesse capítulo, serão apresentadas as 13 classes gerais (ordens) de solos do Brasil, no que se refere a sua ocorrência, processos pedogenéticos atuantes, assim como os critérios dos atributos e horizontes diagnósticos para sua classificação no SiBCS e principais fatores limitantes ao uso.

2 | SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS

A) Argissolos

Os Argissolos são a segunda ordem de maior ocorrência no Brasil (Figura 1). São solos que apresentam um horizonte subsuperficial de acúmulo de argila, representado pelo sufixo t, que por vezes pode ser precedido por um horizonte de eluviação de argila (E). Essa ordem apresenta como principais processos pedogenéticos específicos o de eluviação e iluviação de argila e/ou elutriação (KÄMPF e CURI, 2012). Através da eluviação/iluviação as partículas de argila dispersas são transportadas em suspensão pelos poros de maior dimensão e, posteriormente são depositadas onde a dispersão ou o transporte se tornam menos efetivos. Nesse processo, as argilas são depositadas nos poros ou na superfície dos agregados, levando comumente ao desenvolvimento da feição morfológica denominada de cerosidade. Esse processo proporciona o aumento absoluto do conteúdo de argila do horizonte B.

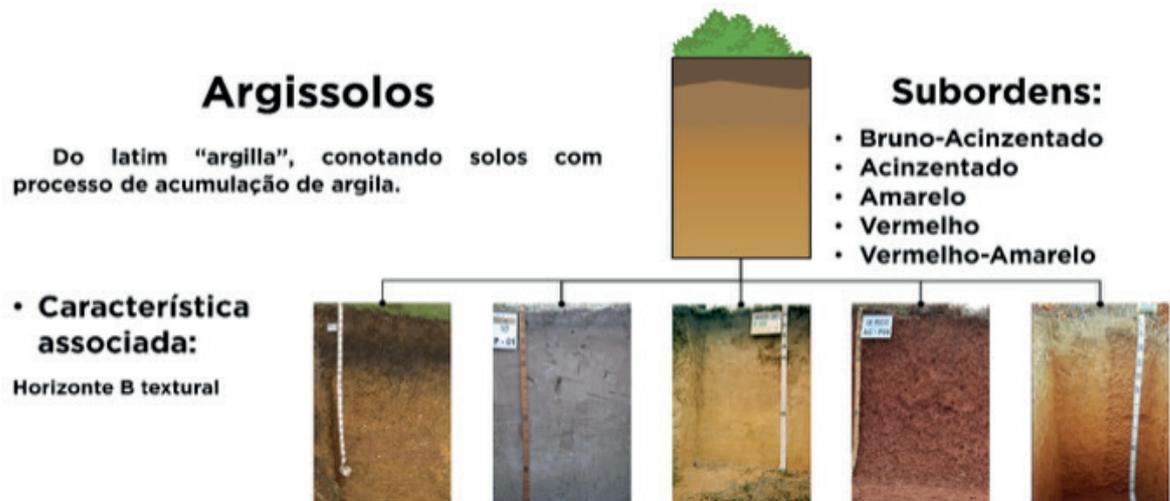


Figura 1. Nomenclatura, etimologia, e características associadas da ordem dos Argissolos. Fotos: Santos et al. (2018).

O processo de elutriação conduz a um aumento relativo do teor de argila no horizonte B, já que este não recebe argila, porém em função das perdas que ocorrem nos horizontes superficiais, verifica-se o aumento relativo de argila no horizonte B.

No SiBCS, esse horizonte recebe a classificação como B textural (Bt), que apresenta argila de baixa atividade e/ou baixa saturação por bases ou caráter aluminico (SANTOS et al., 2018).

Quanto a utilização agrícola o principal fator limitante é a susceptibilidade a erosão, tendo em vista que a água ao infiltrar no perfil encontra um horizonte de acúmulo de argila em subsuperfície que altera a permeabilidade e favorece o início do escoamento lateral. Devido essa característica recomenda-se a sua utilização com culturas anuais, associadas a práticas que minimizem o processo erosivo ou culturas perenes.

B) Cambissolos

Os Cambissolos são solos pouco evoluídos devido à pequena atuação dos processos pedogenéticos e pequenas modificações de ordem física, química, e morfológica, contudo, suficiente para desenvolvimento de cores mais cromadas, presença de estrutura com agregação nos horizontes subsuperficiais e pequeno incremento de no conteúdo de argila em profundidade (Figura 2). Em função do baixo grau de pedogênese, esses solos são classificados por apresentarem um horizonte diagnóstico subsuperficial denominado de B incipiente (Bi).



Figura 2. Nomenclatura, etimologia, e características associadas da ordem dos Cambissolos. Fotos: Santos et al. (2018).

Ocorrem em diferentes pontos da paisagem, desde áreas com relevo mais acidentado até os terraços fluviais. Nas regiões de relevo acidentado o principal limitante é a susceptibilidade a erosão. No Estado de Santa Catarina são utilizados principalmente com cultivo de videiras, tendo em vista o menor revolvimento do solo. Os Cambissolos formados a partir de material aluvial, devido a sua proximidade aos cursos de água são protegidos ambientalmente, contudo, podem apresentar restrições a drenagem, além da variabilidade nos atributos químicos. Devido à grande nas áreas de ocorrência, apresentam diferentes limitações, contudo, encontram-se amplamente distribuídos em áreas de cultivo de culturas anuais e perenes.

C) Chernossolos

Os Chernossolos são solos formados pelo processo pedogenético de calcificação ou carbonatação e melanização (KÄMPF e CURI, 2012). A calcificação ou carbonatação consiste na formação e acumulação de CaCO_3 que ocorre a partir da solubilização do Ca^{2+} do material de origem (principalmente calcário) e sua reação e precipitação com CO_3^{2-} , que por sua vez, depende da atividade biológica na produção de CO_2 e sua dissolução na água, levando a formação de bicarbonato (H_2CO_3). A precipitação do CaCO_3 é favorecida pelas condições climáticas, tendo em vista que o aumento da evaporação da água aumenta a concentração de bicarbonato de cálcio na solução. Para essa ordem também se verifica a ocorrência do processo pedogenético de melanização nos horizontes superficiais (Figura 3). Tal processo é evidenciado pelo escurecimento dos horizontes superficiais e/ou do solo decorrente da estabilização da matéria orgânica pela formação de humatos de cálcio através das reações de complexação da matéria orgânica com íons de Ca^{2+} , favorecendo a ocorrência de cores escuras mesmo com baixos valores de carbono orgânico total.



Figura 3. Nomenclatura, etimologia, e características associadas da ordem dos Chernossolos. Fotos: Santos et al. (2018).

No Brasil, os Chernossolos ocorrem predominantemente nas áreas de natureza carbonática, na Chapada do Apodi no Estado do Ceará e Rio Grande do Norte, no Estado de Tocantins, formados a partir de rochas calcárias do Grupo Bambuí e na Serra da Bodoquena no Estado do Mato Grosso do Sul, assim como na região dos Pampas, no Rio Grande do Sul.

No SiBCS, os Chernossolos apresentam o horizonte diagnóstico superficial A chernozêmico como critério para sua classificação. Esse horizonte deve apresentar espessura mínima de 18 cm quando o solum (A+B) tiver menos que 75 cm ou no mínimo 25 cm quando o solum apresentar mais que 75 cm, associado a cores com valor e croma ≤ 3 , saturação por bases $\geq 65\%$ e critérios estrutura, consistência e teor de carbono orgânico, associado a presença de horizonte subsuperficial B incipiente ou B textural, ambos com argila de alta atividade (capacidade de troca catiônica da fração argila (CTC) $\geq 27 \text{ cmol}_c / \text{kg}$ argila) e alta saturação por bases, ou horizonte cálcio ou petrocálcico (SANTOS et al., 2018).

Quanto à utilização agrícola, os Chernossolos apresentam elevada fertilidade natural que propicia o desenvolvimento de uma grande gama de espécies agrícolas, contudo, os elevados teores de Ca^{2+} e pH alcalino favorecem a precipitação do fósforo na forma de fosfato de cálcio. Em sua grande maioria são pouco profundos, o que dificulta o desenvolvimento do sistema radicular e a permeabilidade do perfil. Adicionalmente, quando observada a acumulação de argila em subsuperfície, a permeabilidade é reduzida, o que favorece a atuação dos processos erosivos.

D) Espodossolos

Os Espodossolos são solos formados pelo processo pedogenético específico de podzolização que consiste na complexação e redistribuição de Fe e Al (KÄMPF e CURI, 2012). A vegetação de caráter ácido em que esses solos ocorrem favorece o acúmulo de compostos orgânicos complexantes como polifenóis, ácidos fúlvicos e húmicos nos horizontes superficiais. Esses ácidos orgânicos dissolvidos complexam principalmente os íons Fe

e Al devido ao seu pequeno raio iônico e elevada valência conferindo maior estabilidade aos complexos que posteriormente são translocados e depositados em subsuperfície. A mobilização desses compostos dos horizontes superficiais e sua deposição em subsuperfície é facilitada pela natureza do material de origem com predomínio da fração areia grossa de natureza mineralógica basicamente quartzos (Figura 4).



Figura 4. Nomenclatura, etimologia, e características associadas da ordem dos Espodossolos. Fotos: Santos et al. (2018).

Os Espodossolos são caracterizados por apresentarem horizonte diagnóstico subsuperficial B espódico e recebem diferentes sufixos de acordo com a natureza do material iluviado (SANTOS et al., 2018). O horizonte Bs apresenta cores vivas devido a maior acumulação de ferro e alumínio e baixos teores de matéria orgânica. O horizonte Bhs apresenta acumulação tanto de matéria orgânica quanto compostos de ferro e alumínio (extraídos e quantificados por oxalato), enquanto o horizonte Bh apresenta acumulação de complexos de matéria orgânica-alumínio, com pouco ou nenhuma evidência de acumulação de ferro. Além disso, os horizontes B espódicos podem apresentar-se cimentados, denominados de ortstein, e recebem o sufixo m (Bsm, Bhsm ou Bhm), ou plácico, como forma cimentada na forma de em placa e pequena espessura.

Ocorrem predominantemente nas áreas de vegetação de restinga, muçununga e campinarana, distribuídos em uma estreita faixa no litoral e nos Estados do Amazonas e Roraima. Também podem ser observados em regiões altomontanas, como as serras de Ibitipoca em Minas Gerais, formados a partir de rochas quartízticas.

Quanto a sua utilização agrícola, devido a sua grande ocorrência em áreas de restinga são destinados à área de proteção permanente. Adicionalmente, atributos como textura muito arenosa para retenção de nutrientes e erosão hídrica e eólica e, a presença de horizontes cimentados que limitam o desenvolvimento do sistema radicular em profundidade e desfavorecem a permeabilidade, são fortes limitantes ao desenvolvimento dos vegetais.

E) Gleissolos

Gleissolos são solos formados pelo processo pedogenético de gleização que consiste na redução e remoção do ferro por ação dos microorganismos em ambiente aneróbico (Figura 5). Os óxidos de ferro funcionam como aceptores finais de elétrons, provenientes da decomposição da matéria orgânica, e com isso ocorre a sua redução. O ferro, em sua forma reduzida, torna-se mais móvel podendo ser removido do perfil para o lençol freático, e dessa forma minerais como, caulinita na fração argila e o quartzo na fração areia passam a expressar a sua cor acinzentada. Em função da oscilação do lençol freático, decorrente da sazonalidade, pode ocorrer a formação de mosqueamentos de redução em quantidades, tamanhos e graus de distinção variados. Nesses solos também podem ser verificados horizontes com cores cinzentas, azuladas, esverdeadas ou mosqueamento bem expresso dessas cores, decorrentes da mobilização do Fe e/ou Mn, com ou sem segregação recebem o sufixo g (SANTOS et al., 2018).

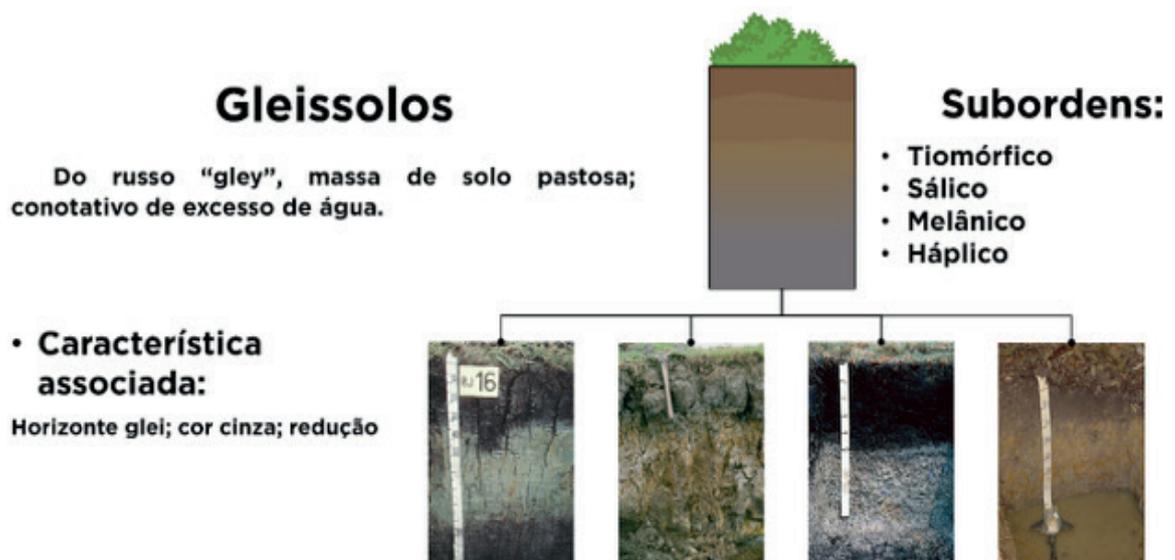


Figura 5. Nomenclatura, etimologia, e características associadas da ordem dos Gleissolos. Fotos: Santos et al. (2018).

São observados em expressão em áreas de planícies fluviais ou em regiões em que as depressões no terreno favorecem a acumulação de água favorecendo o desenvolvimento do processo pedogenético de gleização. Do ponto de vista de utilização agrícola, a principal limitação desses solos é a deficiência de oxigênio devido ao predomínio de condições anaeróbicas na maior parte do ano. Alguns Gleissolos devido a fortes restrições químicas como extrema acidez ou salinidade, são destinados a área de preservação ambiental. Contudo, a maior parte dos Gleissolos possui potencial agrícola principalmente para cultura do arroz irrigado ou quando drenados para culturas menos sensíveis a eventuais problemas de deficiência de oxigênio.

F) Latossolos

No Brasil, a ordem dos Latossolos é a que ocorre em maior expressão, ocupando quase 32% do território (Figura 6). São solos profundos, de boa drenagem, em sua grande maioria com baixa saturação por bases (distróficos) e, de maneira geral, ocorrem em áreas de pequena declividade, em relevo que varia de plano a suave ondulado. São formados pelos processos pedogenéticos específicos de dessilicação e ferralitização (KÄMPF e CURI, 2012).



Figura 6. Nomenclatura, etimologia, e características associadas da ordem dos Latossolos. Fotos: Santos et al. (2018).

Durante o desenvolvimento desses processos ocorre a transformação de minerais primários e/ou secundários, associado as perdas de bases e sílica. As características resultantes desses processos são destacadas nos horizontes subsuperficiais (B) pelo sufixo w, que designa formação de material mineral em estágio avançado de intemperização, expresso pela alteração completa ou quase completa dos constituintes que lhe deram origem e dos constituintes secundários do próprio material do horizonte (SANTOS et al., 2018).

Apresentam horizonte diagnóstico subsuperficial B latossólico, tendo espessura mínima de 50 cm, caracterizado pelo avançado estágio de intemperização, com baixo conteúdo de minerais primários facilmente alteráveis, baixa CTC ($<17 \text{ cmolc kg}^{-1}$), condizente com a constituição mineralogia de óxidos e oxi-hidróxidos de ferro e alumínio e argilominerais do tipo 1:1. Adicionalmente, apresentam relação molecular $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (ki) inferior a 2,2, indicando a intensa atuação do processo de dessilicação.

Do ponto de vista de utilização os Latossolos, de maneira geral, apresentam como principal limitante a baixa fertilidade natural e elevado teor de alumínio. Contudo, quando eutróficos, possuem elevado potencial agrícola, tendo em vista a sua elevada profundidade efetiva e a baixa declividade da paisagem em que se encontram favorecendo a mecanização, permeabilidade e o armazenamento de água e minimizando a atuação dos processos

erosivos.

J) Luvissoles

Luvissoles são solos formados a partir dos processos pedogenéticos específicos de eluviação/iluviação ou elutriação, que contribuem para o aumento do conteúdo de argila em subsuperfície (Figura 7). Sua maior expressão geográfica, se dá em ambientes semiáridos e de vegetação esparsa de Caatinga que oferece pouco proteção ao solo a ação dos processos erosivos, o processo de elutriação atua com maior intensidade na formação desses solos, havendo, portanto, a remoção seletiva de argila dos horizontes superficiais. Adicionalmente, a remoção das partículas mais finas favorece a ocorrência de um grande volume das frações mais grossas, cascalho e calhaus sobre a superfície do solo, feição conhecida como pavimento desértico.

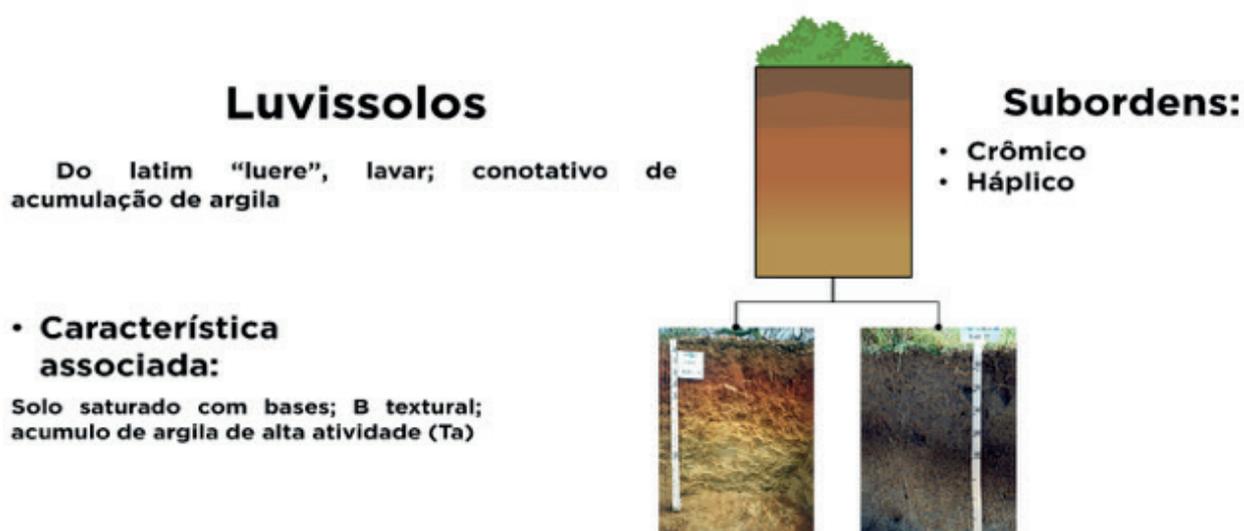


Figura 7. Nomenclatura, etimologia, e características associadas da ordem dos Luvissoles. Fotos: Santos et al. (2018).

Quanto a classificação, são caracterizados pela presença do horizonte diagnóstico subsuperficial B textural com argila de alta atividade e alta saturação por bases ($V\% > 50$) (SANTOS et al., 2018). Do ponto de utilização agrícola apresentam boa fertilidade natural, contudo, a presença de horizonte subsuperficial de acúmulo de argila associado às precipitações de elevada intensidade dos ambientes semiáridos torna-os muito susceptíveis aos processos erosivos. Em sua maioria são pouco a moderadamente profundos, podendo intensificar a erosão. A presença de argilas de atividade alta também pode desfavorecer a mecanização, seja por tração animal ou mecanizada, em especial quando o horizonte A é pouco espesso, e dessa forma o B encontra-se mais próximo da superfície. Quando apresentam rochividade e/ou pedregosidade em superfície, surgem impedimentos ao cultivo. Quando localizados em regiões de clima mais seco a deficiência de água também é um forte fator limitante a sua utilização.

K) Neossolos

Neossolos são a terceira ordem de maior ocorrência no Brasil, sendo precedida apenas pelas ordens dos Latossolos e Argissolos (Figura 8). Apresentam pequeno grau de desenvolvimento em relação ao material de origem ao qual foram formados devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenético, seja pela maior resistência do material de origem, como sedimentos ou rochas de composição areno-quartzíticas ou influência dos demais fatores de formação, tais como o clima e/ou o relevo que favorecem a contínua remoção e rejuvenescimento do solo. Caracterizam-se por não apresentarem horizonte B diagnósticos, possuindo mais comumente sequência de horizontes A sobre rocha semi-alterada, rocha sã ou sedimentos diversos (SANTOS et al, 2018). Quando o horizonte B estiver presente, este não possui espessura para ser identificado como diagnóstico.



Figura 8. Nomenclatura, etimologia, e características associadas da ordem dos Neossolos. Fotos: Santos et al. (2018).

Do ponto de vista de utilização, as limitações variam quanto a classificação no 2º nível categórico. Os Neossolos Litólicos apresentam fortes restrições, tendo em vista que a pequena profundidade efetiva limita o desenvolvimento das raízes e o armazenamento de água, além da elevada susceptibilidade a erosão. Os Neossolos Flúvicos devido a sua proximidade do leito dos rios, encontram-se em sua grande maioria em áreas protegidas ambientalmente, contudo, podem possuir restrições a drenagem além de condições químicas diversas. Os Neossolos Regolíticos apresentam potencial para produção agrícola, devido principalmente à sua reserva de nutrientes oriunda da intemperização de minerais primários tais como o ortoclásio. Os Neossolos Quartzarênicos possuem como principal limitante a textura muito arenosa, apresentando além de baixa retenção de cátions e armazenamento de água, baixa capacidade de suporte e suscetibilidade a erosão eólica.

L) Nitossolos

Os Nitossolos são solos formados pelos processos pedogenéticos específicos de eluviação/iluviação de argila, contudo, com incremento em subsuperfície insuficiente para formação de gradiente textural (SANTOS et al., 2018). São caracterizados por apresentarem textura argilosa ou muito argila desde a superfície, estrutura bem desenvolvida e expressiva cerosidade decorrente do recobrimento dos agregados em subsuperfície pela argila translocada (Figura 9). Abrange grande parte dos solos anteriormente classificados como Terras Roxas Estruturadas, sendo comumente encontrados áreas de rochas básicas na região Centro-Sul do Brasil.

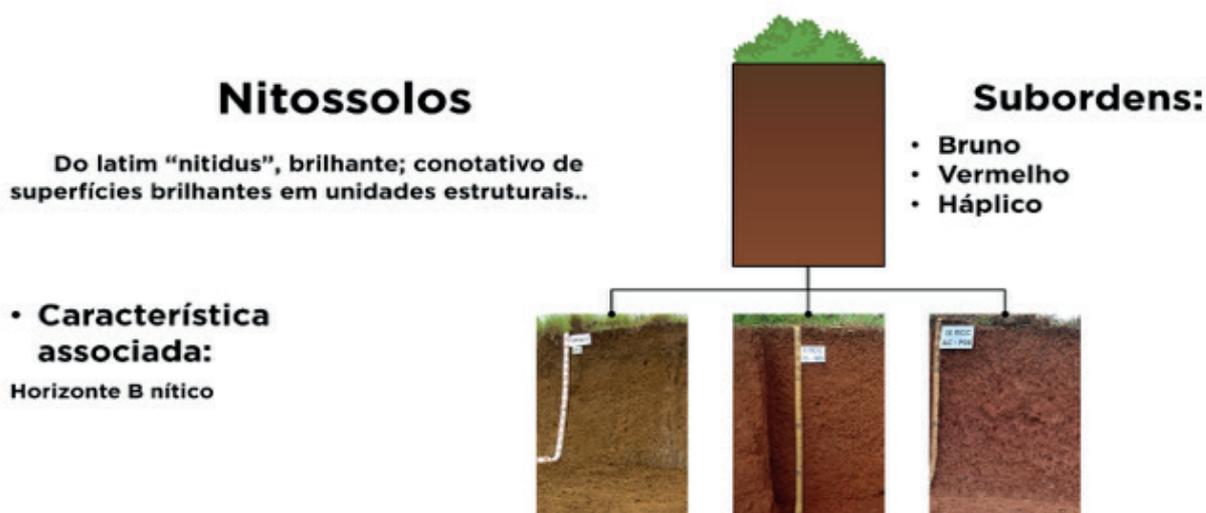


Figura 9. Nomenclatura, etimologia, e características associadas da ordem dos Nitossolos. Fotos: Santos et al. (2018).

Apresentam horizonte diagnóstico subsuperficial B nítico, recebendo o sufixo t, a iluviação de argila é identificada pela presença de cerosidade que deve ser no mínimo comum e moderada. O horizonte B nítico possui argila de atividade baixa ou alta atividade desde que apresente elevados teores de alumínio associado a alta saturação por bases ou baixa saturação por bases (caráter alumínico) (Santos et al., 2018). Os Nitossolos caracterizam-se por não apresentarem policromia (variação de cor em profundidade).

Possuem elevado potencial agrícola, principalmente quando apresentam alta saturação por bases (eutróficos). Em sua maioria são profundos, de boa drenagem e encontram-se predominantemente em áreas de relevo suave ondulado, facilitando as operações de mecanização. Apesar da textura muito argilosa e conseqüentemente uma menor proporção de macroporos, possuem alta taxa de infiltração da água devido a estabilidade da estrutura do solo. São de larga ocorrência nas áreas de produção de soja e trigo no Sul do Brasil.

M) Organossolos

Organossolos são solos formados a partir da acumulação da matéria orgânica, seja em condições de drenagem restrita ou baixas temperaturas, ambas contribuindo para redução

da atividade biológica na decomposição dos resíduos vegetais (Figura 10). A acumulação do material orgânico formando espessos depósitos comumente são chamados de turfeira e dão origem aos Organossolos com H hístico.



Figura 10. Nomenclatura, etimologia, e características associadas da ordem dos Organossolos. Fotos: Santos et al. (2018).

A formação destes solos se dá pela atuação do processo pedogenético específico de paludização, em que as condições restritas de drenagem favorecem a acumulação da matéria orgânica, tendo em vista que o ambiente anaeróbico desfavorece a atividade biológica na sua decomposição (KÄMPF e CURI, 2012). Os Organossolos com O hístico também podem ser formadas em condições de clima frio, principalmente nos ambientes altomontanos, em que as baixas temperaturas reduzem a biodegradação, favorecendo o acúmulo da matéria orgânica.

No SiBCS, os Organossolos são caracterizados pela presença de horizontes hísticos (teor de carbono orgânico total ≥ 80 g kg⁻¹) com espessura mínima de 40 cm; quando o material orgânico apresentar-se pouco decomposto a espessura mínima passa a ser de 60 cm; e quando sobrejacente a um contato lítico a espessura mínima é de 20 cm.

Quanto a utilização agrícola, grande parte dos Organossolos são destinados a preservação, seja por encontrarem-se em áreas protegidas ambientalmente, ou pela condição de extrema acidez (Organossolos Tiomórficos). Em função da condição de drenagem restrita, surgem limitações quando a disponibilidade de oxigênio e impedimentos a mecanização. Devido ao elevado poder tampão, a calagem atua apenas no fornecimento de Ca e Mg, não apresentando efeitos no pH. Nesses solos podem ser observados problemas com micronutrientes em especial com o Cu em função de sua complexação pela matéria orgânica. Adicionalmente, os elevados teores de carbono, proporcionam uma maior relação C/N, o que pode favorecer uma baixa disponibilidade de N para as culturas.

N) Planossolos

Planossolos são solos formados pela atuação dos processos pedogenéticos específicos de lessivagem, leucinização e ferrólise (KÄMPF e CURI, 2012). Os Planossolos encontram-se predominantemente no terço inferior da paisagem, sendo portando, o primeiro ponto deposicional da vertente, recebendo os sedimentos com partículas de maior diâmetro (areia) das partes mais altas da paisagem, condição que facilita a intensa movimentação das partículas mais finas (argila) através da água que percola o perfil de solo, sendo posteriormente depositadas em subsuperfície (lessivagem). Adicionalmente, essa intensa translocação de argila favorece também a atuação do processo pedogenético de leucinização devido a remoção de agentes pigmentantes que são responsáveis pela formação do horizonte E com cores claras devido ao predomínio da fração areia composta por quartzo. A condição de drenagem imperfeita favorece também a atuação do processo de ferrólise, devido a oscilação do lençol freático e conseqüentemente dos ciclos de umedecimento e secagem, em que as reações redox envolvendo o ferro leva a diminuição do pH acima do horizonte B, levando a destruição dos argilominerais dos horizontes superficiais e conseqüentemente o espessamento do horizonte E (Figura 11).

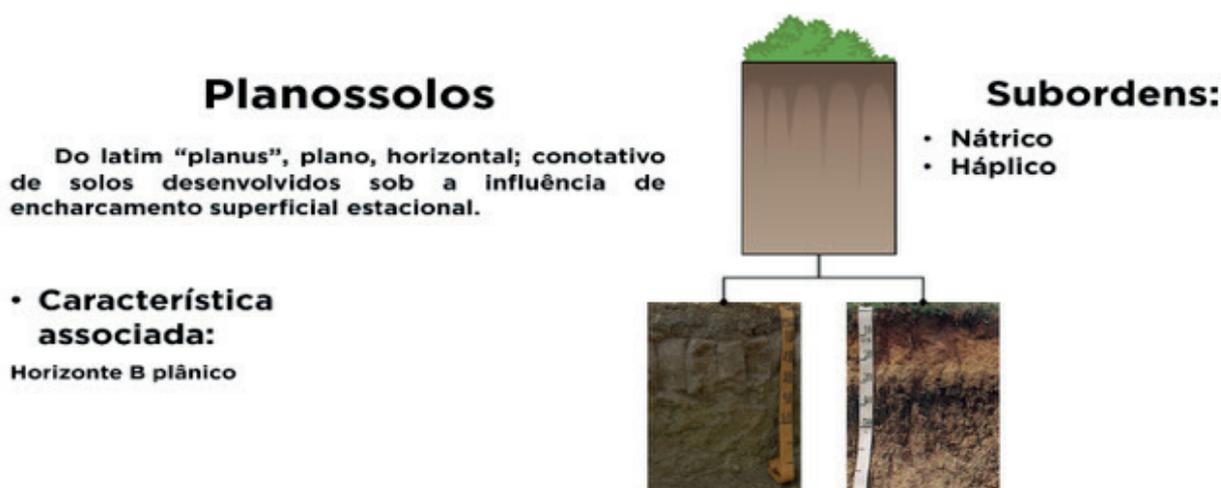


Figura 11. Nomenclatura, etimologia, e características associadas da ordem dos Planossolos. Fotos: Santos et al. (2018).

No SiBCS os Planossolos são caracterizados pela presença do horizonte diagnóstico subsuperficial B plânico (Bt), possuindo cores que refletem as condições de drenagem imperfeita com matizes amarelados e cromas baixos. Por muitas vezes também são observadas cores mosqueadas ou variegadas com matizes e cromas variáveis. Do ponto de vista de utilização os Planossolos possuem uma série de limitações, principalmente quando apresentam alta saturação por sódio (caráter sódico). Devido à localização na paisagem e a proximidade com o lençol freático condicionando a drenagem imperfeita, apresentam deficiência de oxigênio na época de maior precipitação pluviométrica, por outro lado, na época mais seca, a textura muito arenosa condiciona uma baixa capacidade de armazenamento de

água. No Brasil, são largamente utilizados com o cultivo de arroz em sistema de inundação em especial na região Sul. O manejo da matéria orgânica favorecendo o aumento da retenção de cátions e manutenção da umidade e o cultivo em sistemas de canteiros aumenta, surgem como alternativas para a utilização desses solos para produção de oleráceas.

O) Plintossolos

Os Plintossolos são solos formados pelo processo pedogenético específico de plintitização. A atuação deste processo se dá em ambientes com restrições a drenagem (imperfeitamente drenado) na zona de flutuação do lençol freático onde os ciclos de umedecimento e secagem são responsáveis pela precipitação de Fe e acumulação localizada de óxidos (hematita e goethita) na forma de mosqueado e nódulos macios avermelhados que podem se endurecer irreversivelmente, conhecidos como plintita (KÄMPF e CURI, 2012). A intensificação do processo de plintitização com novos aportes de Fe impregnando esses nódulos pode levar a sua cimentação e formação da petroplintita (Figura 12).



Figura 12. Nomenclatura, etimologia, e características associadas da ordem dos Plintossolos. Fotos: Santos et al. (2018).

Quanto a classificação, os Plintossolos são caracterizados pela presença do horizonte plíntico, litoplíntico ou concrecionário iniciando dentro de 40 cm a partir da superfície ou dentro dos 200 cm desde que seja precedido de horizonte glei ou horizontes com cores pálidas, variegadas ou com mosqueado em quantidade abundante (Santos et al., 2018). Do ponto de vista de utilização agrícola o próprio ambiente de drenagem imperfeita em que são formados indicam deficiência de oxigênio no período das chuvas. Alguns Plintossolos, devido à grande quantidade de concreções podem limitar o desenvolvimento do sistema radicular das plantas, a permeabilidade e as operações de mecanização. Adicionalmente, os que possuem acumulação de argila ou a presença do horizonte litoplíntico em profundidade, são mais susceptíveis a erosão, devido a redução da permeabilidade, favorecendo o escoamento superficial.

P) Vertissolos

Vertissolos são solos formados a partir do processo pedogenético específico de vertização (KÄMPF e CURI, 2012). Esse processo se ocorre principalmente devido as características de expansão e contração do solo com a variação do conteúdo de água no solo. Durante o período seco, a contração da massa do solo é responsável pela formação de fendas desde a superfície até mais de 1 m de profundidade. Parte dos agregados dos horizontes superficiais pode ser depositada no espaço das fendas e com o reumedecimento, a expansão da massa do solo é responsável pela homogeneização deste, processo denominado de pedoturbação. A expansibilidade do solo permite o deslizamento do seu material e a formação de superfícies estriadas denominadas de slickensides. O microrelevo gilgai é uma feição da paisagem típica de ambientes de ocorrência dos Vertissolos e é caracterizado pela observação de superfícies arredondadas nas áreas entre fendas e depressões, formados devido a intensa movimentação da massa do solo (Figura 13).



Figura 13. Nomenclatura, etimologia, e características associadas da ordem dos Vertissolos. Fotos: Santos et al. (2018).

No SiBCS, os Vertissolos caracterizam-se pela presença do horizonte vértico ocorrendo entre 25 e 100 cm a partir da superfície apresentando superfície de fricção (slickensides) no mínimo comum e moderada e/ou estrutura cuneiforme ou paralelepípedica, além de teor de argila no horizonte superficial de no mínimo de 300 g kg^{-1} , fendas verticais no período seco com largura igual ou maior que 1 cm.

Quanto a utilização agrícola, a principal limitação dos Vertissolos é a pequena faixa de friabilidade, tendo em vista que no período seco apresentam elevada coesão e com o aumento da umidade apresentam elevada adesão, dificultando as operações de mecanização devido a destruição dos agregados e a compactação do solo, respectivamente. Esta característica limita o desenvolvimento das plantas, podendo causar ruptura das raízes em função da contração da massa do solo.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ordens de solo do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) refletem a grande variação nas características geológicas, geomorfológicas, climáticas de fauna e flora no território brasileiro. Essa variação produz uma diversidade de processos pedogenéticos que imprimem propriedades morfológicas, físicas e químicas distintas aos solos. Assim, a utilização desse sistema de classificação se mostra eficaz para registrar, comparar, classificar e interpretar as informações do solo de forma consistente.

A classificação dos solos permite identificar espacialmente as relações solo-paisagem e fornece informações sobre as propriedades e o potencial de uso dos solos. No caso do SiBCS, a classificação permite relacionar os processos de gênese à morfologia, organizando o conhecimento sobre os solos e funcionando como uma ferramenta eficaz de transferência de informações sobre os solos.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil**. Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1970.
- ANJOS, L.H.C.; JACOMINE, P.K.T.; SANTOS, H.G.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. In: KER, J.C.; CURI N.; SCHAEFER, C.E.G.R.; VIDAL-TORRADO, P. (Eds.), *Pedologia: Fundamentos*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 303-343, 2012.
- KER, J.C.; MOTTA, P.E.F.; OLIVEIRA, V.A. **Levantamentos pedológicos e a evolução do conhecimento dos solos no Brasil**. In: CURI, N.; KER, J.C.; NOVAIS, R.F; VIDAL-TORRADO, P.; SCHAEFER, C.E.G.R. (Eds.), *Pedologia: Solos dos Biomas Brasileiros*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 1-46, 2017.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de geomorfologia**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2. ed., Rio de Janeiro, 2009. 182 p.
- JENNY, H. **Factors of soil formation**. McGraw-Hill, New York, 1941. 281 p.
- KÄMPF, N.; CURI, N. **Formação e evolução do solo (Pedogênese)**. In: KER, J.C.; SHAEFER, C.E.G.R; VIDAL-TORRADO, P. *Pedologia: fundamentos*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa-MG, 2012, p.207-302.
- SANTOS, H.G., JACOMINE, P.K.T., ANJOS, L.H.C., OLIVEIRA, V.A., LUMBRERAS, J.F., COELHO, M.R., ALMEIDA, J.A., CUNHA, T.J.F., OLIVEIRA, J.B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. Ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018, 356 p.
- SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C.; SHIMIZU, S.H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7.ed. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. 100p.