



C A P Í T U L O 1

CLASSES DE SOLOS E ESPECIFICIDADES EM AMBIENTES DE MONTANHA

Ademir Fontana

Pesquisador da Embrapa Gado de Corte
Campo Grande, MS

Marcos Gervasio Pereira

Professor Titular do Departamento de Solos
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica, RJ

INTRODUÇÃO

Os ambientes de montanha no Brasil são geologicamente estáveis e muito mais antigos que os demais da América do Sul, como aqueles que ocorrem na Cordilheira dos Andes. Constituídos por rochas com grande variação na composição e em paisagens com grande amplitude altitudinal que condiciona clima altomontano (temperado) ou tropical úmido, o intemperismo favorecendo a transformação dos minerais (associado a perdas de bases e sílica) e a erosão laminar ou movimentos de massa, são processos ativos e expressivos, favorecendo a grande variação de formas das paisagens, vegetação e solos.

Nas distintas paisagens, os solos formados apresentam grande influência das baixas temperaturas, proporcionadas pela maior altitude, condicionando em especial o acúmulo de grandes quantidades de matéria orgânica em superfície, podendo levar a formação de solos com horizontes de constituição mineral com altos teores de carbono (A húmico ou A proeminente), horizontes orgânicos (O histórico) e até mesmo solos orgânicos (Organossolos Fólicos). Nas paisagens estáveis, especialmente nas formas convexas, ocorrem os solos minerais “relictuais” que foram formados em condições de clima ameno e seco do passado recente (paleoclima), os quais, se destacam dos demais pelo elevado teor de carbono e grande espessura nos horizontes superficiais.

Adicionalmente, nas regiões abaciadas, ocorrem depósitos orgânicos, como as turfeiras, armazenando elevadas quantidades de matéria orgânica e água, devido à baixa condutividade hidráulica e elevada capacidade de retenção de água. Entremeados aos solos mencionados anteriormente, em paisagens submetidas a processos erosivos mais intensos ocorrem solos rasos e com fragmentos de rochas e, por outro lado, em paisagens côncavas e convexas mais estáveis e com menor erosão, solos profundos e de cores avermelhadas e amareladas.

Os solos desse ambiente de maneira geral apresentam como principais características a baixa fertilidade natural, decorrente dos reduzidos teores de nutrientes, associado aos elevados teores de alumínio trocável. Essa condição se deve à remoção das bases por lixiviação ou mesmo à baixa quantidade presentes nos materiais de origem, rochas de caráter ácido (granitos, gnaisses, riodacitos), arenosas (quartzitos) ou facilmente intemperizáveis, como as rochas básicas (basalto). Essa última distingue-se das anteriores por apresentar maior proporção de minerais primários, que podem contribuir no fornecimento de nutrientes.

PAISAGENS, TIPOS E CARACTERÍSTICAS DOS SOLOS

Dentre os ambientes montanhosos de maior expressão com áreas utilizadas para o cultivo agrícola, destaca-se a Serra do Mar e a Serra da Mantiqueira (Figura 1). Essas áreas são denominadas de Serras Atlânticas, por estarem localizadas próximas e paralelas à costa, desde o sul ao sudeste do país.

No interior do país destacam-se a Serra do Espinhaço, do sudeste ao nordeste e, a Serra Geral ao sul (Figura 1). Outras formações, não abordadas neste texto incluem diversas Cordilheiras e Planaltos da região norte, na fronteira com a Venezuela, além de serras e chapadas ao longo do centro-oeste, sudeste e nordeste.

A



B



C



D



Figura 1. Paisagem montanhosa da Serra do Mar (A), Serra da Mantiqueira (B), Serra Geral (C) e Serra do Espinhaço (D). Fotos: Ademir Fontana (A e B); Erico Albuquerque dos Santos (C); Ingrid Horák Terra (D).

Em todos os ambientes, os solos, além de apresentarem graus de desenvolvimento distintos, podem apresentar variação do tipo de horizonte superficial, tanto pela espessura, quanto pelo teor de carbono orgânico e nutrientes.

De maneira, os solos em todas as regiões possuem em sua composição a participação significativa da matéria orgânica nas camadas ou horizontes superficiais, sendo que em alguns pode ser observada a ocorrência do horizonte orgânico O hístico (Figura 2). Esse horizonte por definição, apresenta teor de C org $\geq 80,0 \text{ g kg}^{-1}$, composto por folhas, galhos em diferentes graus de decomposição e drenagem livre (Santos *et al.*, 2018). A formação desse solo se deve ao acúmulo de matéria orgânica pela menor taxa de decomposição em condição das baixas temperaturas.

Também, com participação significativa da matéria orgânica, é verificada a presença de solos com horizonte superficial mineral A húmico (Santos *et al.*, 2018) "relictual" (Figura 2). Os solos que possuem esse horizonte, apresentam cores escuras,

altos teores de carbono orgânico, saturação por bases (valor V) < 65%, e grande espessura (Santos *et al.*, 2018). A formação desse solo ocorreu em condição climática com vegetação graminoide ou mista, clima ameno e seco e, elevada atividade da fauna ao longo do Holoceno, especialmente nos últimos 5.000 anos (Buol; Eswaram, 1999; Calegari, 2008; Lepsch; Buol, 1988; Queiroz Neto; Castro, 1974). A ocorrência nas condições de paisagem e clima atual, com declividade elevada e clima tropical úmido (maior chuva), é função da resistência devido à elevada estabilidade da estrutura e da forma convexa da paisagem que gera divergência das linhas de fluxo de água, minimizando dessa forma a erosão hídrica (Fontana *et al.*, 2017).

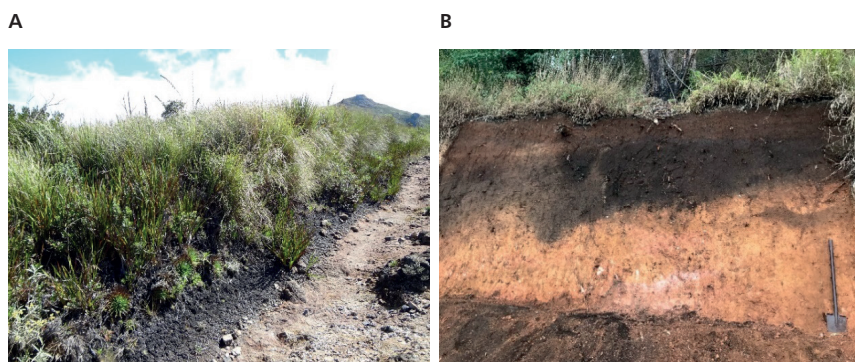


Figura 2. Paisagem com horizonte O hístico na Serra da Mantiqueira (município de Itatiaia) (A) e horizonte A húmico “relictual” na Serra do Mar (município de Nova Friburgo), estado do Rio de Janeiro (B). Fotos: Ademir Fontana.

Solos da Serra do Mar

Nas paisagens com maior grau de declividade e deposição de sedimentos coluviais ocorrem os solos mais rasos e com presença de fragmentos de rocha, como os Neossolos Litólicos, Cambissolos Húmicos ou Cambissolos Háplicos (Figura 3) (Fontana *et al.*, 2017).

Os solos com maior grau de desenvolvimento ocorrem nas encostas mais estáveis, sendo observado nas formas côncavas os Argissolos Vermelhos-Amarelos, Vermelhos e Amarelos, enquanto, nas paisagens convexas, os Latossolos Amarelos e Vermelho-Amarelos (Figura 3) (Fontana *et al.*, 2017).

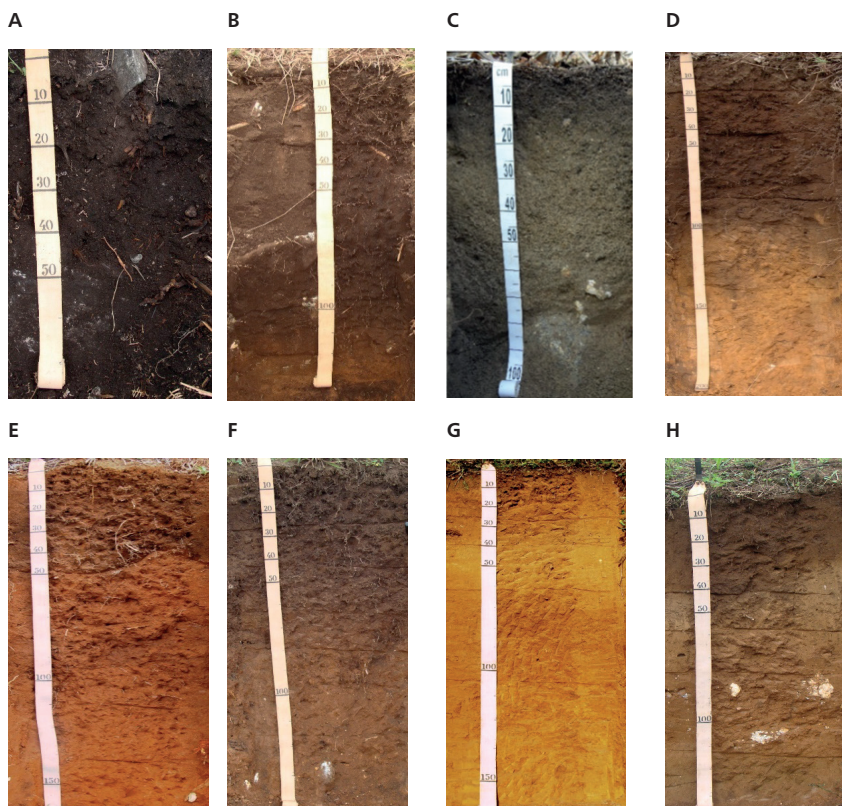


Figura 3. Perfis de solo da Serra do Mar. Neossolo Litólico Húmico (A), Cambissolo Húmico (B), Cambissolo Háplico (C), Latossolo Amarelo – A húmico “relictual” (D), Latossolo Vermelho-Amarelo (E), Argissolo Vermelho (F), Argissolo Amarelo (G) e Argissolo Vermelho-Amarelo (H). Fotos: Ademir Fontana.

Solos da Serra da Mantiqueira

Nas posições convexas e de drenagem livre, o clima úmido e frio, que ocorre durante a maior parte do ano, reduz a atividade dos micro-organismos do solo, diminuindo a decomposição da serapilheira, processo que favorece o acúmulo e a preservação da matéria orgânica do solo, levando a formação de horizontes hísticos nas classes dos Organossolos Fólicos e Neossolos Litólicos (Figura 4) (Silva Neto *et al.*, 2018).

Além dos solos anteriores mencionados, são verificados Neossolos Litólicos Húmicos, Cambissolos Hísticos e Cambissolos Húmicos (Figura 4). Os solos com horizontes A húmico são formados sob duas condições de acúmulo de matéria orgânica, sendo, pela redução da decomposição em condição atual de clima úmido e frio, ou “relictual”, como ocorre na Serra do Mar.

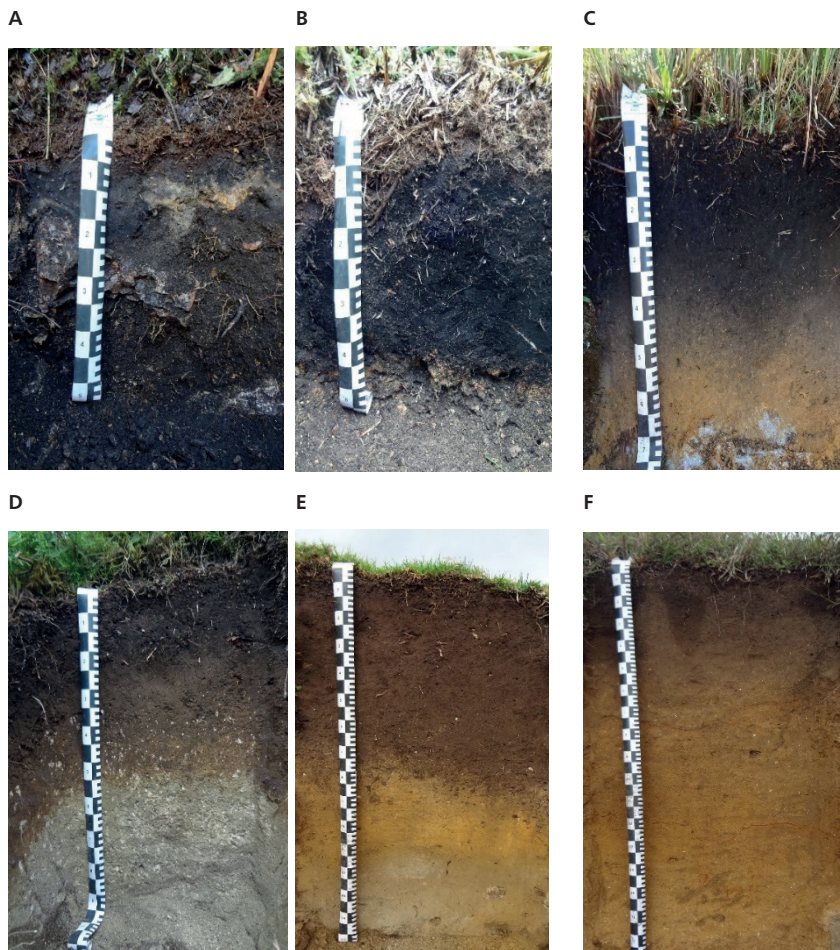


Figura 4. Perfis de solo da Serra da Mantiqueira. Organossolo Fólico (A), Neossolo Litólico Hístico (B), Cambissolo Hístico (C), Cambissolo Húmico (D), Cambisso Húmico e Latossolo Amarelo – A húmico “relictual” (E e F). Fotos: Ademir Fontana.

Solos da Serra Geral e Campos Gerais

Nas áreas de ocorrência de rochas básicas (basaltos), são verificados solos com altos teores de argila e coloração avermelhada, com o predomínio de Nitossolos Vermelhos e Háplicos e Latossolos Vermelhos (Figura 5) (Dortzbach *et al.*, 2016). Em locais com rochas ácidas (riodacitos) são observados os Cambissolos Háplicos e menor ocorrência de Nitossolos Brunos e Neossolos Litólicos, invariavelmente ácidos (Figura 5) (Dortzbach *et al.*, 2016; Teske *et al.*, 2006). Na área de ocorrência de rochas sedimentares, são identificados Neossolos Regolíticos Húmicos, Cambissolos Háplicos e Cambissolos Húmicos (Figura 5) (Almeida *et al.*, 2019; Dortzbach *et al.*, 2016).

Nessa região, também há solos com propriedades ândicas, caracterizados por baixa densidade do solo, grande quantidade de minerais de carga variável, tais como alofana, imogolita, ferriidrita e/ou complexos organometálicos com alumínio, que contribuem para uma alta retenção do nutriente fósforo, tornando-o prontamente indisponível para as plantas. As propriedades ândicas podem ser observadas nos Organossolos Fólicos e Cambissolos Hísticos (Figura 5), sendo de menor expressão nos Organossolos Háplicos e Cambissolos Húmicos (Santos Junior; Almeida, 2021).

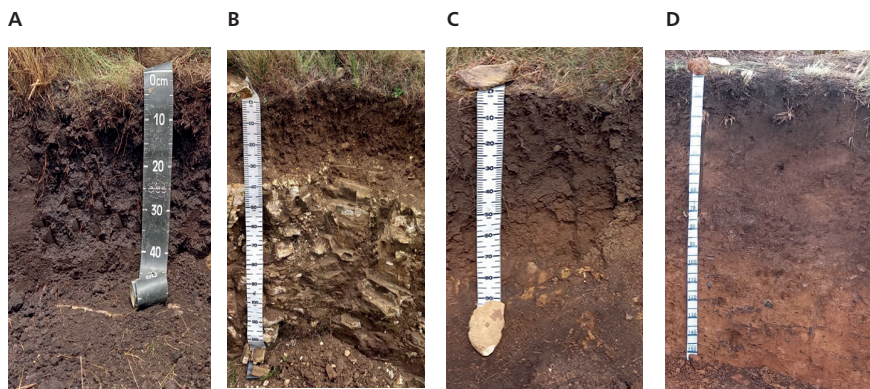


Figura 5. Perfis de solo da Serra Geral e Campos Gerais. Organossolos Fólicos (A), Neossolos Litólicos (B), Cambissolos Húmicos (C), Nitossolos Brunos (D). Fonte: Arcangelo Loss.

Solos da Serra do Espinhaço

Diferindo das demais regiões, nesse ambiente é observada a vegetação de Cerrado e litologia com metarenitos. Os solos que ocorrem são predominantemente rasos e com baixos teores de nutrientes e por vezes de textura arenosa, como os Neossolos Litólicos e Neossolos Quartzarênicos (Figura 6) (Silva, 2004).

Em diversas depressões com acúmulo de água que limita a decomposição de resíduos orgânicos, como caules, galhos, talos e folhas, observa-se maiores teores de matéria orgânica, como turfeiras em condições sápricas (muito decompostas) e solos como os Organossolos Háplicos. Em menores ocorrências os Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos, Cambissolos Háplicos e Organossolos Fólicos (Figura 6) (Silva Neto *et al.*, 2018).

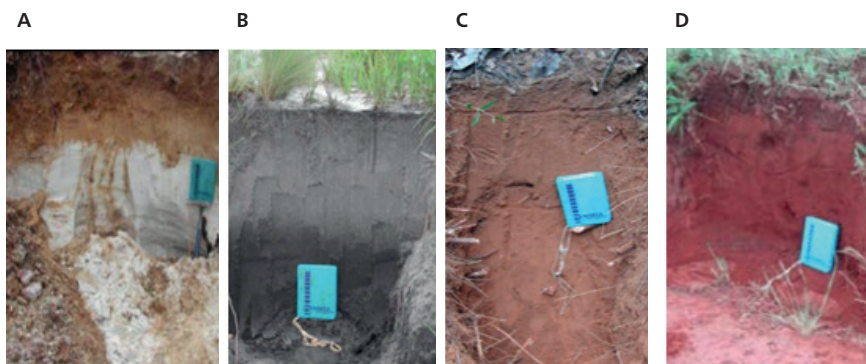


Figura 6. Perfis de solo da Serra do Espinhaço. Neossolo Litólico (A), Neossolo Quartzarênico (B), Cambissolo Háplico (C) e Latossolo Vermelho (D). Fotos: Alexandre Christofaro Silva.

COMENTÁRIOS FINAIS

Os solos desenvolvidos nesses ambientes são fortemente influenciados pelas condições de clima e relevo atual, os quais combinados favorecem o acúmulo de matéria orgânica pela menor atividade microbiológica, ou até mesmo, pelas condições pretéritas que propiciaram acúmulo, estabilização e resistência à erosão.

A grande diversidade de solos e do relevo propicia grande variabilidade quanto ao potencial para uso e cultivo agrícola e ainda a susceptibilidade à erosão. A erosão hídrica é o principal componente de degradação dos solos nas diferentes formas de utilização, podendo ser citado, áreas de cultivo, construção de estradas ou cidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. A.; SILVA, T. P.; CUNHA, G. O. M.; SPIDO, D. R.; SILVA, F. T. S. Atributos químicos, físicos e mineralógicos de solos derivados de rochas sedimentares do Planalto de Lages-SC, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 3, e6576, 2019.

BUOL, S. W.; ESWARAN, H. Oxisols. **Advances in Agronomy**. v. 68, 151-195, 1999.

CALEGARI, M. R. **Ocorrência e significado paleoambiental do Horizonte A húmico em Latossolos**. [tese]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2008.

DORTZBACH, D.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C.; FONTANA, A.; SILVA NETO, E. C. Genesis and Classification of Soils from Subtropical Mountain Regions of Southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2016; 40:e0150503.

FONTANA, A.; CHAGAS, C. S.; DONAGEMMA, G. K.; MENEZES, A. R.; CALDERANO FILHO, B. Soils developed on geomorphic surfaces in the mountain region of the State of Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 41, p. 1-17, 2017.

LEPSCH, I. F.; BUOL, S. W. Oxisol-landscape relationship in Brazil. *In: Proceedings of the 8th International Soil Classification Workshop*; Campinas; 1986. Rio de Janeiro: Embrapa, SNLCS; University of Puerto Rico; 1988. p.174-189.

QUEIROZ NETO, J. P.; CASTRO, S. S. Formações superficiais e Latossolo Vermelho-Amarelo húmico na área de Bragança Paulista, estado de São Paulo, Brasil. *In: Anais 18º Congresso Brasileiro de Geologia*; 1974; Porto Alegre. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Geologia; 1974. p. 65-83.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa; 2018.

SANTOS JUNIOR, J. B.; ALMEIDA, J. A. Andic properties in soils with histic horizon "O" in the highlands of Southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 45, 2021. Doi: <https://doi.org/10.36783/18069657rbcS20200152>

SILVA, A. C. **Plano de manejo do Parque Estadual do Biribiri (PEB) – Minas Gerais. Diagnóstico e avaliação pedológica. Relatório final**. Março, 2004.

SILVA NETO, E. C.; SANTOS, J. J. S.; PEREIRA, M. G.; MARANHÃO, D. D. C.; BARROS, F. da C.; ANJOS, L. H. C. Paleoenvironmental Characterization of a High-Mountain Environment in the Atlantic Forest in Southeastern Brazil. **Rev Bras Cienc Solo**, 2018; 42:e0170415.

TESKE, R.; ALMEIDA, J. A. de; HOFFER, A.; LUNARDI NETO, A. Chemical, physical and morphological characterization of soils derived from effusive rocks on the south plateau of Santa Catarina, Brazil. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages, v. 12, n. 2, p. 175-186, 2013.