

SEÇÃO 2

PROCESSOS PEDOGENÉTICOS E CLASSES DE SOLOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

PROCESSOS PEDOGENÉTICOS MÚLTIPLOS

Marcos Gervasio Pereira

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia – Ciência do Solo, Professor Titular da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro

Eduardo Carvalho da Silva Neto

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia – Ciência do Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro

diferenciação de seções (horizontes) aproximadamente paralelas à superfície do terreno, através de processos pedogenéticos denominados de múltiplos ((SIMONSON, 1959; FANNING e FANNING, 1989; KÄMP e CURI, 2012).). Os processos pedogenéticos múltiplos podem ser classificados como: adições, perdas, translocações e transformações (Figura 61).

A seguir, serão conceituados os processos pedogenéticos múltiplos e ilustrados exemplos de sua ocorrência.

6.1 INTRODUÇÃO

Após a exposição ou deposição do material de origem, os fatores de formação do solo atuam, progressivamente, na

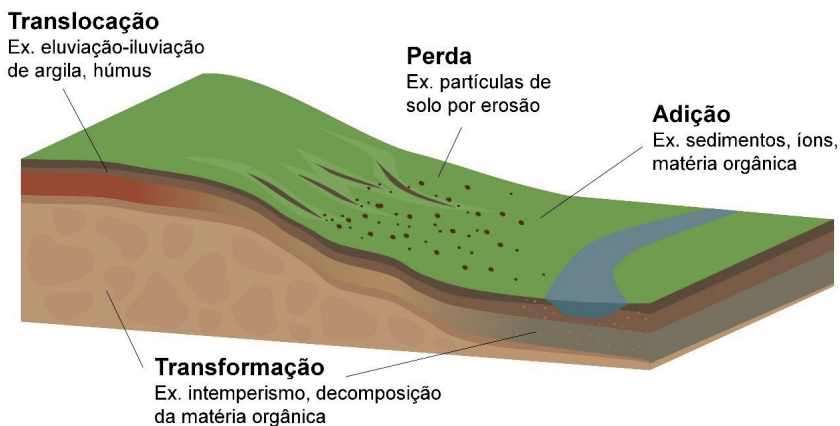


Figura 61. Exemplos de processos pedogenéticos múltiplos que atuam com maior expressão ao longo de uma encosta.

Fonte: Eduardo Carvalho da Silva Neto.

6.1.1. Adição

Entende-se por adição a entrada de material do meio externo ao perfil do solo. A adição pode ocorrer por superfície, lateralmente ou por subsuperfície, sendo o primeiro caso o mais comum. Como principais exemplos de adição por superfície, podem ser citados: a entrada de água através da chuva ou sistemas de irrigação, adição de matéria orgânica (serapilheira e resíduos vegetais de culturas) (Figura 62), nutrientes por ação antrópica (calagem e adubação), gases (CO_2 , N_2 , entre outros).

Os sedimentos removidos das partes mais altas da paisagem podem ser adicionados nas partes mais baixas, sendo este um outro exemplo de adição superficial. Quanto à adição por subsuperfície, destaca-se a introdução de sais (em forma iônica) no perfil do solo. Os íons que se encontram no lençol freático, em função da capilaridade e do gradiente de concentração, podem migrar e serem adicionados à solução do solo nos horizontes ou camadas subsuperficiais do perfil. Menos comum, porém por vezes observada, é a adição lateral de colóides de argila, que pode correr em maior expressão em áreas de relevo suave ondulado ou ondulado. O fluxo horizontal de água, principalmente quando o perfil apresenta diferenças de permeabilidade à água entre os horizontes, contribui para o transporte da argila dispersa e a sua introdução em outro solo situado em posição inferior da paisagem.



Figura 62. Adição de serapilheira e resíduos vegetais pela vegetação na superfície do solo.

Fotos: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

6.1.2. Perda

Define-se perda como a saída de material do perfil para o meio externo. De maneira similar ao descrito para a adição, as perdas podem ocorrer por superfície, lateralmente ou por subsuperfície. Como exemplos, podem ser citadas a perda de água, através da evaporação; de nutrientes, por absorção pelos vegetais; de N, através dos processos de volatilização e desnitrificação e de carbono na forma de CO_2 ou CH_4 , devido aos processos de decomposição da matéria orgânica. Os processos erosivos, com transporte de sedimentos, de diferentes granulometrias, das partes mais altas para as mais baixas da paisagem, também são exemplos de perdas por superfície (Figura 63). Quanto às perdas por subsuperfície, destaca-se o processo de lixiviação, que contribui para a remoção de íons em solução para o lençol freático. Adicionalmente podem ocorrer perdas laterais de colóides argila, favorecendo o aumento absoluto desta em um outro perfil de solo, como citado antes para a adição lateral.



Figura 63. Perda de solo por processos erosivos em encostas.
Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

6.1.3. Translocação

A translocação pode ser definida como a mudança de posição de íons, colóides de argila ou moléculas orgânicas, incluindo os complexos organometálicos, dentro do perfil do solo, sem que haja a remoção desse constituinte para o meio externo. Um dos exemplos mais clássicos de translocação na pedogênese é o da fração argila. A argila dispersa pode ser translocada do horizonte superficial para o subsuperficial, onde é depositada na superfície dos agregados e, em função da expressão desse processo, observa-se o atributo morfológico denominado de cerosidade (Figura 64A). Quando o processo de translocação é mais intenso, pode ser formado um horizonte de eluviação (E) sobrejacente ao horizonte

para o qual foi iluviada a argila (Bt). O horizonte E também é observado na maioria dos solos da classe dos Espodosolos (SANTOS *et al.*, 2018), porém nessa ordem verifica-se a translocação de material orgânico iluvial e compostos de alumínio e ferro (complexos organometálicos), que podem levar à formação do horizonte B espódico (Bhs, Bs ou Bh) (Figura 64B). Em perfis ou horizontes que são influenciados pela oscilação do lençol freático, a redução e/ou oxidação do ferro e manganês favorece a translocação desses íons no perfil de solo, em geral dentro de um mesmo horizonte ou camada, e o processo é identificado pela presença de mosqueados ou cores variegadas (SANTOS *et al.*, 2015). Em perfis localizados em climas mais secos, pode haver a translocação de sais (íons) dos horizontes subsuperficiais para os superficiais, formando, em alguns casos, crostas salinas recobrendo o perfil.



Figura 64. (A) Translocação de argila evidenciada em torrão de solo com deposição de argila em sua superfície e (B) Translocação de compostos orgânicos em horizonte de B espódico, evidenciada pelo acúmulo de material orgânico em subsuperfície.

Fotos: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

6.1.4. Transformação

Quanto às transformações, essas podem ser de ordem química ou física, sob a influência do componente biológico do solo. A adição de matéria orgânica nos horizontes superficiais e sua decomposição (Figura 65) podem promover modificações em uma série de atributos, com destaque para: aumento da capacidade de troca catiônica e da retenção de água e o escurecimento desses horizontes (Figura 66A), além de sua influência na biodiversidade do solo. Adicionalmente, a decomposição da matéria orgânica leva à produção dos ácidos orgânicos, que atuam, entre outras interações, na união das partículas e formação de agregados (Figura 66B), favorecendo o aumento da porosidade do solo. Em

áreas cultivadas, as práticas de adubação e calagem, quando usadas de forma adequada, contribuem para mudanças na composição do complexo sortivo do solo, diminuindo os teores de elementos tóxicos (Alumínio) e aumentando os dos nutrientes, em especial, na camada arável do solo. Por outro lado, em áreas em que ocorre descarte de resíduos pode haver a introdução de substâncias tóxicas e, dessa forma, a contaminação do solo.

O processo de intemperização de rochas (Figura 67A), com a alteração de minerais primários (Figura 67B) e formação de minerais secundários, é outro exemplo de transformação. Esse processo é iniciado antes da própria pedogênese, com a alteração das rochas tão logo são expostas aos agentes do intemperismo, e pode ocorrer de forma mais rápida ou mais lenta, em função da natureza do material de origem, além das condições climáticas e topográficas. No perfil do solo, os mosqueados ou cores variegadas presentes em horizontes subsuperficiais de Gleissolos (SANTOS *et al.*, 2018) são exemplos da transformação de formas do ferro, também do manganês, em função dos processos de redução e oxidação (Figura 67C). Em ambientes de clima mais seco, os sais que são adicionados ao perfil do solo podem ser translocados e precipitar na superfície do terreno, levando à formação de eflorescências salinas.



Figura 65. Diferentes estágios de decomposição de serrapilheira.
Foto: Dione Richer Momolli (Acervo Pessoal).



Figura 66. (A) Transformação (decomposição) da matéria orgânica no horizonte superficial; (B) Agregados formados pela atividade biológica.

Fotos: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

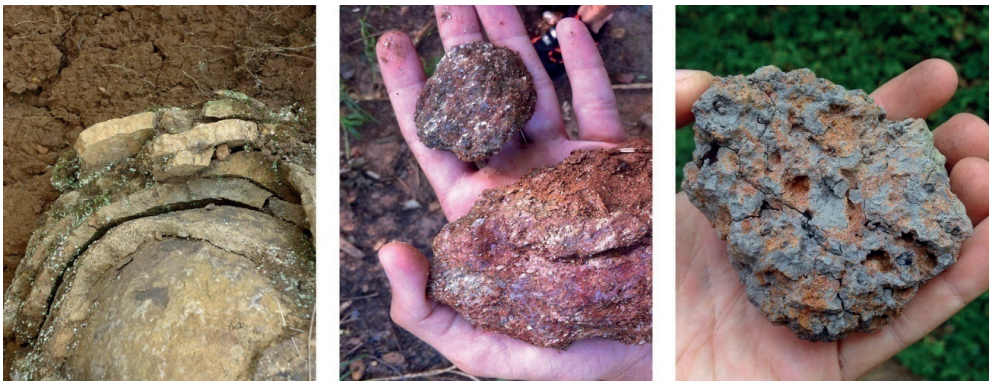


Figura 67. (A) Esfoliação esferoidal; (B) Minerais primários em processo de intemperização; (C) Mosqueado presente na amostra de horizonte diagnóstico glei (Cg).

Fotos: Marcos Gervasio Pereira (Acervo Pessoal).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pedogênese é um processo dinâmico, e o solo, um sistema aberto. Portanto, mais de um processo pedogenético múltiplo pode ser observado nos perfis de solo, e podem variar com o tempo e em função dos fatores de formação. Quando um processo ocorre de forma mais intensa, contribuindo de maneira expressiva para a diferenciação dos horizontes, este será relevante na identificação das classes de solo. Como exemplo, a transformação dos óxidos de ferro e sua translocação, que resultam na formação do horizonte diagnóstico glei, que caracteriza, entre outras classes, os Gleissolos.

Alguns processos múltiplos ocorrem na própria alteração do material de origem ou sua deposição, como o intemperismo das rochas e a adição de sedimentos fluviais. O fator organismos do solo influencia em todos os processos múltiplos, seja diretamente, como fonte, na adição de nutrientes e componentes orgânicos, ou na perda de nutrientes para a atmosfera em processos como a desnitrificação, na transformação dos resíduos vegetais e no processo de redução do ferro e, ainda, favorecendo a translocação através de poros criados pelos organismos do solo e as raízes das plantas. As atividades antrópicas podem levar a mudanças nos fatores de formação do solo, como o relevo, nas condições naturais como a cobertura vegetal e drenagem e/ou irrigação ou, ainda, pelas práticas agrícolas, alterando a intensidade dos processos múltiplos, em especial, para os horizontes superficiais do solo.

REFERÊNCIAS

FANNING, D. S.; FANNING, M. C. B. **Soil morphology, genesis, classification**. New York, John Wiley & Sons, 1989. 395p.

KÄMPF, N.; CURTI, N. Formação e evolução do solo (Pedogênese). In: KER, J. C.; SHAEFER, C. E. G. R.; VIDAL-TORRADO, P. (Org.). **Pedologia: fundamentos**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 207-302, 2012.

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**. 5ª ed. Brasília-DF: Embrapa, 2018b. 356 p.

SANTOS, R. D.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7ª. ed. Viçosa, MG: SBCS, 2015. 100 p.

SIMONSON, R. W. Outline of a generalized theory of soil genesis. **Soil Science Society of America Journal**, v. 23, n. 2, p. 152-156, 1959.