

# CONTRIBUIÇÃO DA ANÁLISE ESTRUTURAL DA COBERTURA PEDOLÓGICA AO DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA DO SOLO

*Structural analysis contribution of the pedological  
cover to the soil science development*

Leonardo José Cordeiro Santos<sup>1</sup>

## RESUMO

Os estudos desenvolvidos na década de 70 por pedólogos franceses no continente africano e, posteriormente, na Guiana Francesa, na França e no Brasil, permitiram avançar a idéia do solo como um corpo “contínuo” na paisagem e que não se apresenta apenas sob a forma de perfil vertical, conforme demonstrava grande parte dos estudos tradicionais. A Análise Estrutural da Cobertura Pedológica, como são conhecidos os estudos mais recentes, demonstra que a diferenciação lateral dos solos depende de mecanismos próprios e que poderiam se desenvolver a partir de uma cobertura inicial, promover o aparecimento de novos solos independentemente do substrato rochoso e até mesmo controlar a evolução do próprio relevo. Estes trabalhos são desenvolvidos por pesquisadores de diversas áreas das ciências da terra, objetivando o desenvolvimento da pesquisa básica e aplicada.

*Palavras-chave:* perfil vertical, catena, cobertura pedológica, variação lateral.

## ABSTRACT

The studies developed on the seventies by french pedologists in African continent and later at the French Guyana, France and Brazil, allow to verify that the soil is a “continuous” body in landscape and that it doesn't show up only in the shape of vertical section, as the most of traditional studies demonstrated. The Structural Analysis of Pedological Cover, as are known the more recent studies, demonstrate that the soils lateral differentiation depends on its own mechanisms and that it could develop from an initial cover, promote the appearance of new soils independently of the rocks and even control the development of the relief. This works

<sup>1</sup> Doutor em Geografia Física e Bolsista Recém-Doutor do CNPq junto ao Departamento de Geografia da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

are developed by researchers from different areas of earth sciences, aiming the development of the basic and apply research.

*Key-words:* vertical section, catena, pedological cover, lateral variation.

O estudo da pedogênese, tradicionalmente, tem por base o perfil de solo como unidade fundamental de trabalho. O perfil pedológico, conforme a grande maioria dos autores, é entendido com uma seção vertical do solo que partindo da superfície aprofunda-se até onde alcança a ação do intemperismo, expondo, na maioria das vezes, uma série de camadas dispostas horizontalmente, denominadas horizontes. Tal disposição resultaria das variações das características morfológicas e propriedades dos solos, oriundas das transferências (translocações) e transformações verticais existentes ao longo do perfil.

Segundo BOULAINÉ (1978), o solo é um corpo “contínuo” que não se apresenta sob a forma de perfil vertical. Para o autor, os perfis verticais são somente o produto do trabalho intelectual dos pedólogos, concebido para facilitar a sua análise e delimitação na paisagem.

FERNANDES BARROS (1985), ao discutir os princípios da cartografia dos solos, assinalou que as cartas de solos construídas a partir de perfis verticais são reducionistas. De acordo com o autor, o perfil vertical de solo representa uma visão incompleta da sua realidade, visto que apresenta apenas as variações das suas características morfológicas e propriedades físico-químicas no sentido vertical, deixando de representar as suas variações laterais.

A concepção do perfil de solo com horizontes superpostos foi em parte superada por MILNE (1935). Este autor foi o primeiro a mostrar, a partir da noção de catena, que a distribuição ordenada dos solos na paisagem estaria relacionada diretamente à topografia.

Muito tempo se passou até que DELVIGNE (1964) demonstrasse que os mecanismos de perda, transferências e acumulações de materiais poderiam ocorrer lateralmente, do topo à base das vertentes, sobre um mesmo material de origem.

Segundo BAIZE (1986), essa nova forma de compreender a distribuição e a variação dos solos na paisagem, denominada *cobertura pedológica* pelos pedólogos franceses na década de 70, permitiu avanços, principalmente, no campo da cartografia e das pesquisas relacionadas a pedogênese. Para o autor, a utilização da expressão *cobertura pedológica* representa melhor a realidade do que a palavra solo visto que “*cobertura*” indica uma certa extensão geográfica, ou seja, uma continuidade espacial, enquanto que o adjetivo “*pedológica*” define bem o objeto estudado.

Esta nova concepção utilizada nas pesquisas pedológicas apareceu inicialmente nos trabalhos desenvolvidos por pedólogos franceses, (BOCQUIER, 1973; BOULET, 1974; CHAUVEL, 1977; HUMBEL, 1978) no continente africano, na década de 70, onde passou a ser conhecida como *Análise Estrutural da Cobertura Pedológica*, e, posteriormente na Guiana Francesa, na França e no Brasil (década de 80).

No Brasil, os trabalhos desenvolvidos por um grupo de pesquisadores brasileiros e franceses, principalmente no Estado de São Paulo, demonstraram que a diferenciação lateral dos solos na paisagem depende também de mecanismos pedogenéticos próprios, relacionados à adição, perda, transformação e translocação de materiais no solo e que estes mecanismos poderiam acontecer a partir de uma cobertura inicial, serem descendentes e/ou remontantes nas vertentes, promover o aparecimento de novos solos independentemente do substrato rochoso e até mesmo controlar a evolução do próprio relevo.

Em 1987, durante o XXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo (CBCS) realizado na cidade de Campinas/SP, BOULET, QUEIROZ NETO, CASTRO e CURMI, RUELLAN e outros apresentaram importantes trabalhos realizados no Brasil de Sudeste. Esses trabalhos demonstraram claramente que para se estudar a gênese e a evolução da cobertura pedológica é necessário observar em detalhe a sucessão vertical e lateral dos horizontes, seus limites e principalmente suas transições (em especial sua forma e progressividade), além de suas características morfológicas internas, na perspectiva de uma filiação genética entre horizontes. BOULET et al. (1982a, b e c), já haviam apresentado o método completo da *Análise Estrutural da Cobertura Pedológica* a partir dos resultados dos estudos desenvolvidos na África e na Guiana Francesa.

RUELLAN (1985) e RUELLAN et al. (1989) sistematizaram essas idéias, ressaltando que a cobertura pedológica encontra-se organizada e hierarquizada em vários níveis que vão desde as organizações elementares (microestruturas) até os sistemas pedológicos (paisagem). Estudá-la é observar sistematicamente esses vários níveis de sua organização, cujos recursos vão desde imagens de satélite e fotos aéreas até o microscópio, como havia exposto CHAUVEL (1979).

Segundo RUELLAN et al. (1989), esses níveis correspondem a quatro escalas diferentes de organização da cobertura pedológica: a) *as organizações elementares*, que se expressam sob a forma de constituintes do solo, tais como a fração argila (plasma), a fração silte e areia (esqueleto) e os poros que juntos, constituem o fundo matricial;

b) as *assembléias*, que se caracterizam por um certo número ou conjunto de organizações elementares; c) os *horizontes*, que são descritos pela presença de um ou vários tipos de *assembléias* e d) os *sistemas pedológicos*, que representam na escala da unidade do relevo, os horizontes e sua relação entre horizontes, ou seja, como eles se superpõem verticalmente e se sucedem lateralmente do topo à base das vertentes.

Essa complexidade da cobertura pedológica expressa pelos níveis embutidos uns nos outros, é ainda acrescida pelo fato de que ela é atravessada por soluções que circulam no interior e sobre o solo e que promovem a redistribuição interna do material tanto vertical como lateralmente, modificando-a com o tempo, numa dinâmica em acordo com as condições ambientais em que se encontram.

Assim, é possível afirmar que a cobertura pedológica encontra-se em perpétua evolução, onde as transformações dos constituintes, das organizações e das propriedades físico-químicas e mecânicas permitem reconhecer uma quarta dimensão, a temporal (RUELLAN, 1970).

Para BOULET et al. (1993), quando as condições pedobioclimáticas são suficientemente estáveis no tempo e no espaço, a evolução da cobertura pedológica se dá conservando uma organização constante e sem discordância entre os horizontes e gera o que chamaram mais recentemente de coberturas em equilíbrio. Entretanto, quando as condições pedobioclimáticas se modificam, as organizações elementares tornam-se instáveis e tendem a se transformar, reequilibrando-se de acordo com as novas condições do meio. Essas transformações originam novos horizontes lateralmente discordantes em relação aos horizontes da cobertura inicial. São os chamados *sistemas de transformação pedológica lateral* que interrompem a um determinado nível a cobertura inicial, desequilibrando-a e dando lugar a uma outra cobertura com organização e dinâmica muitas vezes diferente da anterior.

As causas que promovem os desequilíbrios podem ser tanto climáticas como tectônicas como revelam os trabalhos de BOULET (1974) e CHAUVEL (1977), por exemplo. Esses trabalhos mostraram que para estudar a gênese e a evolução da cobertura pedológica é necessário observar no campo, e de forma detalhada, as características morfológicas da cobertura pedológica.

Segundo BOULET (1978), a observação da cobertura pedológica nesse nível de detalhe permite obter informações mais gerais, sendo necessário ainda pesquisas em escalas maiores (centimétricas e

milimétricas), para se obter um maior entendimento das organizações e das microestruturas existentes.

Esse estudo em escalas maiores, denominado de análise micromorfológica ou originalmente micropedologia (KUBIENA, 1938), permite a observação de unidades de organização com dimensões que variam de alguns milímetros (mm) a alguns microns ( $\mu$ ), podendo até alcançar certos conjuntos de cristais que compõem estruturas específicas no interior do solo.

Para CASTRO (1989), a identificação e a quantificação dessas micro organizações, denominadas “*organizações elementares*”, representa à base inicial para a compreensão dos processos pedológicos relacionados à sua gênese e a sua evolução. A observação nesse nível de detalhe é obviamente precedida por uma observação de campo, conhecida como morfológica, ora denominada de macromorfológica.

O procedimento metodológico denominado de Análise Estrutural da Cobertura Pedológica é empregado atualmente por inúmeros pesquisadores, abrangendo uma grande área do território brasileiro.

Mais do que o território coberto por esses estudos, é importante ressaltar que eles são desenvolvidos em estreita colaboração por geógrafos, agrônomos, geólogos, geoquímicos e outros profissionais. Eles têm possibilitado um maior avanço da pesquisa pedológica fundamental, principalmente nos estudos de gênese de solos e fornecido aos agricultores maiores informações sobre os solos, visto que os seus conhecimentos são, em geral, superficiais, simplificados e intuitivos. Finalmente, a Análise Estrutural da Cobertura Pedológica, é utilizada também na diagnose e na prognose de problemas ambientais relacionados à degradação dos solos, como o desenvolvimento de processos erosivos lineares (ravinas e voçorocas), e a compactação de solos agricultáveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAIZE, D. Couvertures pedologiques, cartographie et taxonomie. *Science du Sol*, v. 4, n. 3, p. 227-243, 1986.

BOCQUIER, G. *Genése et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad*. [S. l.]: ORSTOM, 1973. 325 p. (Mem. ORSTOM, 62).

BOULAIN, J. *Projet de taxonomie pédologique*. Tome I. Grignon: Multicopie, 1978. 20 p.

BOULET, R. *Toposéquences de sols tropicaux en Haute Volta*. Équilibre et déséquilibre pedobioclimatique. Paris, 1974. 272 p. Tese - Université de Strasbourg.

BOULET, R. Existence de systèmes à forte différenciation latérale en milieu ferrallitique guyanais: un nouvel exemple de couverture pédologique en déséquilibre. *Science du Sol*, n. 2, p. 75-82, 1978.

BOULET, R. Análise Estrutural da Cobertura Pedológica e a experimentação agrônômica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21., 1987, Campinas. *Anais...* Campinas: SBCS, 1987. p. 431-446.

BOULET, R. et al. Analyse structurale et pédologie I. Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique: les études de toposéquences et leurs principaux apports à la connaissance des sols. *Cahiers ORSTOM*, v. 19, n. 4, p. 309-322, 1982a.

BOULET, R.; HUMBEL, F. X.; LUCAS, Y. Analyse structurale et cartographie en pédologie II. Une méthode d'analyse prenant en compte l'organisation tridimensionnelle des couvertures pédologiques. *Cahiers ORSTOM*, v. 19, n. 4, p. 323-339, 1982b.

BOULET, R.; HUMBEL, F. X.; LUCAS, Y. Analyse structurale et cartographie en pédologie III. Passage de la phase analytique à une cartographie général synthétique. *Cahiers ORSTOM*, v. 19, n. 4, p. 341-351, 1982c.

BOULET, R. et al. Géochimie des paysages: Le rôle des couvertures pédologiques. *Sédimentologie et Géochimie de la Surface* – à la mémoire de George Millot, p. 55-76, 1993.

CASTRO, S. S. *Sistema de Transformação Pedológica em Marília, SP: B latossólico em B textural*. São Paulo, 1989. 274 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento Geografia.

CASTRO, S. S.; CURMI, P. Bandas onduladas em solos podzolizados variação Marília: estruturas de transformação pedológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21., 1987, Campinas. *Anais...* Campinas: SBCS, 1987.

CHAUVEL, A. *Recherches sur la transformation des sols ferralitiques de la zone tropicale à saisons contrastées*. Paris, 1977. 532 p. Tese - Université de Strasburg.

CHAUVEL, A. *Iniciação à Análise Microscópica dos Solos*. Piracicaba: ESALQ/USP, 1979. 16 p. Mimeog.

DELVIGNE, J. *Pédogénese en zone tropicale*. [S. l.]: ORSTOM, 1964. 177 p. (Mem, ORSTOM, n. 13).

FERNANDES BARROS, O. N. *Análise estrutural e cartográfica detalhada de solos em Marília, Estado de São Paulo: ensaio metodológico*. São Paulo, 1985. 146 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia.

HUMBEL, F. X. Caracterisation par des mesures physiques, hydriques et d'enracinement de sols de Guyane française à dynamique de l'eau superficielle. *Science du Sol*, n. 2, p. 83-94, 1978.

KUBIENA, W. L. *Micropedology*. Iowa: Collegiatte Press Ames Iowa, 1938. 242 p.

MILNE, G. Some suggested units of classification and mapping, partuculary for East African soils. *Supplements to the Proceedings of the International Society of Soils Science*, v. 4, n. 3, p. 183-198, 1935.

QUEIROZ NETO, J. P. Análise estrutural da cobertura pedológica no Brasil. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21., 1987, Campinas. *Anais...* Campinas: SBCS, 1987. p. 415-426.

RUELLAN, A. *Contribution à la Connaissance des Sols des Régions Méditerranéennes: les sols a profil calcaire différencié des Plaines de la Basse Moulouya (Maroc Oriental), n'enregistrement au CNRS -A. 04086*. 1970. 428 p.

RUELLAN, A. Les apports de la connaissance des sols intertropicaux au développement de la pédologie: la contribution des pédologues français. *Catena*, Braunschweig, v. 12, n. 1, p. 87-88, 1985.

RUELLAN, A. Contribuição das pesquisas em zona tropical ao desenvolvimento da ciência do solo. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21., 1987, Campinas. *Anais...* Campinas: SBCS, p. 405-414.

RUELLAN, A.; DOSSO, M.; FRITSCH, E. L'analyse structurale de la couverture pédologique. *Science du Sol*, v. 27, p. 319-334, 1989.