



Caracterização macro e micromorfológica para o estudo de processos erosivos lineares, Topossequência Manacá, São Carlos-SP⁽¹⁾

Déborah de Oliveira⁽²⁾; Ana Clara Cerminaro⁽³⁾

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

⁽²⁾ Professora Doutora, Departamento de Geografia/FFLCH-Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, debolive@usp.br.

⁽³⁾ Mestranda, Departamento de Geografia/FFLCH- Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, claracerminaro@usp.br>.

RESUMO:

A presente pesquisa busca através de uma descrição macro e micromorfológica em vertente, interpretar como a relação solo relevo, as microestruturas do solo e sua porosidade influenciam a dinâmica erosiva na paisagem. O solo enquanto recurso natural tem sua capacidade de uso afetada pela exploração inadequada e não planejada, culminando muitas vezes na ocorrência de processos erosivos que afetam a produtividade agrícola e a qualidade dos recursos hídricos. A sub-bacia do Laranja Azeda está localizada na região centro-leste do estado de São Paulo, no município de São Carlos/SP, apresenta inúmeros focos erosivos, e têm fundamental importância por pertencer a uma bacia hidrográfica de manancial urbano. Partindo-se de uma abordagem multiescalar, embasada na metodologia da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica (Boulet et. al., 1982; Ruellan et al., 1984; Boulet, 1988; Queiroz Neto, 1988) e em técnicas da micromorfologia de solos, foi possível identificar as transições laterais progressivas ao longo da vertente, sendo visualizada uma transformação vertical do material de origem em solo. Através de sondagens, abertura e descrição de trincheiras, análises granulométricas e químicas, foi possível a representação bidimensional em topossequência. A interpretação das descrições e resultados revela que a porção superior e média da vertente é associada a depósitos colúvio eluvionares, enquanto o terço inferior corresponde a sedimentos arenosos. Trata-se portanto de uma paisagem em transformação, onde a ocorrência de processos erosivos revela um desequilíbrio hidráulico da vertente, induzida pelas formações geológicas que a sustentam. A pesquisa encontra-se na fase de descrição das lâminas delgadas de solo, para que sejam realizadas as correlações sob a escala micromorfológica.

Termos de indexação: solo-paisagem; micromorfologia de solos; topossequência.

INTRODUÇÃO

A atenção com a intensificação dos processos erosivos demandam na atualidade grande

preocupação devido à degradação ambiental e perda de qualidade no ambiente que acarretam. As atividades humanas de uso intensificado e exploração dos recursos do solo são agravantes ao processo erosivo que naturalmente ocorre nos sistemas ambientais físicos. Na sub-bacia hidrográfica do Laranja Azeda, localizada na região centro-leste do estado de São Paulo, no município de São Carlos/SP, é expressiva a ocorrência de processos em forma de ravinas e voçorocas. A região tem fundamental importância por ser área de cabeceiras de drenagem que compõe um importante manancial urbano para a cidade, justificando assim preocupação quanto a conservação dos recursos hídricos e uso equilibrado do solo. Através de uma abordagem multiescalar pretende-se estabelecer correlações do comportamento solo-paisagem, e a micromorfologia, no que concerne a dinâmica dos processos erosivos lineares. Essa escala de aproximação passa obrigatoriamente por uma observação vertical, morfológica e estrutural do solo, que está embasada na metodologia da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica (Boulet et. al., 1982; Ruellan et al., 1984; Boulet, 1988; Queiroz Neto, 1988) e em técnicas da micromorfologia de solos. O intuito é identificar as transições laterais, geralmente progressivas ao longo das vertentes, e assim definir áreas ou zonas com maior ou menor susceptibilidade à erosão, em função principalmente, do arranjo dos constituintes de textura, estrutura e porosidade do solo sob escala micromorfológica.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia de pesquisa está embasada em uma abordagem multiescalar, onde partimos da visão sistêmica de correlação e interdependência dos fatores físicos ambientais, que tem como expressão areal, o conceito de bacia hidrográfica. Definida essa mega escala, e admitindo a bacia hidrográfica enquanto um conjunto de unidades estruturais, destacando-se as formas do relevo representadas pelas vertentes, podemos subdividi-la em compartimentos em função das relações solo-relevo-geologia que se estabelecem no meio, e de acordo com os objetivos da pesquisa. Assim, a primeira etapa do trabalho foi



de individualização da paisagem em setores representativos no que concerne a relação solo-relevo e na maior ocorrência de processos erosivos lineares.

A segunda etapa da pesquisa foi de seleção de compartimentos representativos e escolha de uma vertente. A área selecionada têm em seus limites uma nascente de um pequeno córrego, afluente do ribeirão Laranja-Azeda. A formação geológica identificada no mapeamento para o local é de transição entre as Formações Botucatu, Serra Geral e depósitos Colúvio-eluvionares, sendo bem próximas ainda as ocorrências da Formação Itaqueri. No mapeamento pedológico, predominam Neossolos Litóticos e Neossolos Quartazênicos + Latossolo Vermelho Amarelo. As variações altimétricas, a existência de grandes processos erosivos lineares em pleno desenvolvimento no local, demonstram a evolução dinâmica do relevo, com processos de dissecação e morfogênese atuando na área.

Tratamentos e amostragens

O levantamento topográfico e coleta de amostras indeformadas e deformadas constituíram a terceira etapa da pesquisa. A vertente selecionada apresenta extensão de 170m, altitude entre 780m a 720m e declividade da ordem de 14% do topo a média vertente e 20% até a ruptura de declive (70°) em sua base. A topografia é suavemente ondulada e convexa, com dois processos erosivos fortemente desenvolvidos (voçorocas). A topossequência situa-se no eixo central entre essas duas voçorocas, na direção E-W.

Foram realizadas um total de 7 tradagens, que chegaram até a profundidade de 4 metros e meio, com coleta a cada 10 cm e descrição no que concerne os aspectos de cor e textura.

Com base na análise das descrições das sondagens a trado, foi possível selecionar locais representativos para abertura de trincheiras ao longo da vertente, que permitissem a visualização de variações verticais em perfis de solo e posteriormente reconhecer as variações laterais existentes. Foram abertas três trincheiras, no topo, meio e base da encosta, onde foram realizadas a descrição morfológica dos horizontes pedológicos, com base nas orientações publicadas pela EMBRAPA (2006).

Ainda, foram coletadas amostras deformadas para análises físicas e químicas, e indeformadas em cada horizonte e em suas transições, para análises de umidade, densidade, porosidade e confecção de lâminas delgadas de solo. Todas as amostras foram tratadas e analisadas nos laboratórios do Departamento de Ciência do Solo da ESALQ/USP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados de caracterização do sistema pedológico obtidos até o momento, foi possível a construção bidimensional que representa o continuum do solo ao longo da vertente, sintetizada enquanto topossequência (**Figura 1**). Sua interpretação, e correlação com os resultados das análises laboratoriais físicas e químicas, permitiu traçar alguns apontamentos preliminares da pesquisa:

A descrição morfológica realizada em campo, e a análise granulométrica feita em laboratório demonstraram dois sistemas distintos: nas trincheiras 1 e 2 (T1 e T2), foi descrito um horizonte Bw diagnóstico, com maior umidade e textura ligeiramente mais argilosa, com boa circulação hídrica vertical e lateral. Essa maior presença de argila, provê agregação do solo, e conseqüentemente maior estabilidade estrutural se comparado aos volumes predominantemente arenosos (C1 e C2) da T3.

A trincheira 3 (T3), apresenta mosqueamento nos volume mais profundo, o que pode indicar tanto má drenagem no perfil, quanto mobilização de argila com ferro oriundas tanto verticalmente como lateralmente dos solos à jusante. A análise micromorfológica poderá ajudar na compreensão com a visualização de feições pedológicas.

Deste modo podemos concluir que a movimentação lateral de água, dinâmica essencial para compreensão dos processos erosivos, ocorre ao longo da topossequência em duas fases distintas: 1) no terço superior da vertente, há predomínio de infiltração com boa drenagem ao longo do perfil, na T2 sob relevo pouco mais declivoso predominam o escoamento superficial, mas a umidade em subsuperfície é também abastecida pelo fluxo lateral da porção superior e mais plana da vertente, e o perfil igualmente com boa circulação vertical, apesar de uma camada transicional mais compactada entre o horizonte A e o Bw1; 2) Entre a T2 e T3, ocorre a diferenciação litológica da topossequência, o que conseqüentemente afeta o fluxo lateral subterrâneo na vertente, que em contato com os volumes mais arenosos de solos desenvolvidos sob os arenitos da Formação Botucatu, encontra caminhos livres para circulação tanto vertical como lateral, devido à mineralogia arenosa e com menores índices de agentes cimentantes.

Criam-se assim fluxos preferenciais em subsuperfície, provocando o fenômeno de piping que provoca a desagregação do solo, deflagrando o voçorocamento neste terço médio-inferior da vertente.



Próximas etapas

A próxima etapa da pesquisa será de descrição micromorfológica de lâminas delgadas de solo, seguindo as normativas de Brewer (1984) com ênfase na observação e caracterização da microestrutura e sistema poroso. Quanto a porosidade, será realizada a descrição das dimensões compreendidas em macroporos (75-500 μ m de diâmetro) e parte dos mesoporos visíveis (30 a 75 μ m de diâmetros); das suas formas geométricas e das suas origens (pedoporos, bioporos), da sua posição (intergrãos, inter ou intragregado) para fins de classificação morfológica. Ainda, a descrição do grau de conexão entre os poros em forte, moderada ou fracamente comunicante, adotando-se o parâmetro de 50% como limite, segundo proposto por Castro (1989) e testado por Santos (1995). Espera-se deste modo, reconhecer a porosidade funcional, ou seja, aquela capaz de ser condutora de fluxos, e associa-la a microestrutura desenvolvida, para que sejam possíveis inferências micromorfológicas que contribuem para dinâmica erosiva.

CONCLUSÕES

Até o presente momento da pesquisa, podemos afirmar que ocorre uma transformação vertical do material de origem em solo, sendo a porção superior e média da vertente associada a depósitos colúvio eluvionares, e terço inferior da vertente, corresponde a sedimentos arenosos de granulometria mais fina.

Trata-se, portanto de uma paisagem em transformação, expressa por um desequilíbrio hidráulico do sistema vertente. O estudo morfológico das transformações verticais permite correlações com as movimentações laterais de água no solo, que culminam em processos morfogenéticos erosivos. Assim, a busca de equilíbrio dinâmico na vertente, é induzida pela dinâmica genético-evolutiva das formações geológicas que sustentam a paisagem.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FAPESP pelo apoio financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

a. Periódicos:

BOULET, R.; CHAUVEL, A.; HUMBEL, F.X.; LUCAS, Y. (1982) *Analyse structurale et cartographie en pédologie*. Cah. ORSTOM, Sér. Pédol. v. 19, n.4, p. 309-321, 323-339, 341-351.

RUELLAN, A.; DOSSO, M.; FRITSCH, E. (1988) *L'analyse structurale de la couverture pédologique*. *Science du Sol*, v. 27, p. 319-334.

b. Livro:

BREWER, R. (1964) *Fabric and mineral analysis of soils*. New York, John Wiley, 470p

c. Capítulo de livro:

CASTRO, S.S. (1999) *Micromorfologia de Solo aplicada ao diagnóstico de erosão*. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M.; Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasi. 340 p.

SALOMÃO, F. X. de T. (1999) Controle e Prevenção dos Processos Erosivos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M.; Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasi. 340 p.

d. Trabalho em Anais:

BOULET, R.(1988) *Análise estrutural da cobertura pedológica e cartografia*. In: A responsabilidade social da Ciência do Solo, Campinas: SBCS, XXI Cong. Brasil Ciência do Solo.

CASTRO, S.S. & SALOMÃO, F.X.T. (1995) *Organizações micromorfológicas esua relação com a circulação hídrica: o exemplo de Bauru (SP)*. CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13, Águas de Lindóia, 1996. Anais. Águas de Lindóia, (CD-ROM)

QUEIROZ NETO, J.P.(1988) *Análise estrutural da cobertura pedológica no Brasil*. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO., 21. Campinas, 1987. Anais. Campinas, CBCS, p. 415-430

SANTOS, L.J.C.; CASTRO, S.S. & SALOMÃO, F.X.T. (1996) *Organizações micromorfológicas esua relação com a circulação hídrica: o exemplo de Bauru (SP)*. CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., Águas de Lindóia, 1996. Anais. Águas de Lindóia, (CD-ROM)

e. CD-ROM:

CASTRO, S.S. (2002) *Micromorfologia: base para descrição de lâminas delgadas*. UFG-IESA; UNICAMP-IG-DGEO. Goiânia; Campinas (CD ROOM)

f. Teses:

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

SALOMÃO, F.X.T. (1994) *Processos erosivos lineares em Bauru (SP): regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural*. São Paulo, 200p. Tese de Doutorado FFLCH-USP. Departamento de Geografia.



Figura 1: Representação bidimensional dos volumes pedológicos, com descrição macromorfológica e representação da transição de formações geológicas, Topossequência Manacá- São Carlos-SP:

