

Relações entre as Vertente e os Solos: uma Revisão

José Pereira de Queiroz Neto – USP e UNIFIEO – jpqneto@hotmail.com

Resumo

Os principais aspectos apontados para a interpretação das relações entre as vertentes e os solos foram apresentados: a autoctonia ou aloctonia dos materiais de origem dos solos envolvendo a origem das *stone lines*, as relações dos solos com os relevos, a antinomia/oposição entre pedogênese e morfogênese. Os resultados obtidos com a utilização do procedimento da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica permitiu mostrar que a maior parte dos solos provém da alteração do substrato rochoso e que pedogênese e morfogênese atuam simultaneamente na construção da forma das vertentes não havendo, portanto antagonismo. Esses resultados levam à necessidade de ampla revisão das interpretações feitas até agora.

Palavras chave: relação solo/vertente, morfogênese e pedogênese, autoctonia ou aloctonia, análise estrutural da cobertura pedológica, sistemas pedológicos.

Abstract

The main aspects of the interpretation of the soils and reliefs relationships are discussed like the allochthony or autochthony of the parent materials of soils, also involving the stone lines origin and the antagonism between morphogenesis and pedogenesis . The main results of the usage of structural analysis of pedological cover procedure showed the possibility to define more correctly those questions, especially the nonexistence of the antagonism between morphogenesis and pedogenesis. These results point to the need for extensive review of the interpretations made so far.

Keywords: slope and soil relationship, morphogenesis and pedogenesis, autochthony or allochthony, structural analysis of pedological cover, pedological systems

1. Introdução

Discutir as relações entre os solos e a vertentes, como será mostrado, é a maneira mais correta de abordar a questão das relações morfogênese e pedogênese.

Os geomorfólogos não mostraram maior preocupação em discutir essas relações: na maioria das vezes os solos são apenas mencionados, sem maiores discussões sobre as relações que mantém com o relevo. A exceção foi Jean TRICART (1968) ao afirmar que a

proximidade da Geomorfologia com os pedólogos aparece desde a alteração das rochas, com a mobilização e as acumulações das partículas e íons: nesses estágios a pedogênese seria um dos elementos da morfogênese. Afirmava ainda que, assim como a Geomorfologia estaria subordinada à Geologia Estrutural, a Pedologia estaria subordinada à Geomorfologia.

Para os pedólogos essa busca é permanente: Dokutchayev dava prioridade ao clima como fator na formação dos solos mas reconhecia, também, a importância do “*sub solo*”, da vegetação, da fauna e do relevo. Um exemplo marcante do reconhecimento da importância do relevo para os solos foi mostrada por Milne (1935, 1936, 1942) ao propor o conceito de “*catena*” para expressar a distribuição sistemática de solos ao longo das vertentes.. Jenny (1941) no livro sobre os fatores de formação dos solos coloca o relevo ao lado do clima, dos organismos, do material de origem e do tempo: a relação entre o relevo e os solos seria expressa pela topografia, que condicionaria a circulação interna e externa (erosão) da água e a distribuição de elementos.

A revista CATENA publicou em 1985 um suplemento dedicado aos “*Soils and Geomorphology*”, com preocupação mais conceitual (Jungerius, 1985).

As relações entre os solos e os relevos foram vistas de maneiras variadas, trazendo alguma confusão: para enxergar um pouco mais claro, vamos iniciar pela conceituação dos objetos de estudo da Pedologia (os solos) e da Geomorfologia (as vertentes).

solo = é a epiderme das terras emersas que integra as paisagens (Ruellan e Dosso,

1993), integrando a noção de cobertura pedológica. É o material friável que provém da alteração das rochas pelo intemperismo e recobre continuamente as formas do relevo.

Vertente = Larousse Cultural (1995): superfície topográfica compreendida entre um talvegue e uma linha de crista ou interflúvio. Plaisance e Cailleux (1958) definem a vertente como uma porção de terreno inclinada entre maior altitude e região baixa vizinha.

De forma simplificada, os solos (as coberturas pedológicas) recobrem as vertentes.

2. Questões que historicamente envolvem essas relações

Essas relações passam pelo modo com que os pedólogos e os geomorfólogos vêm as relações recíprocas. Convém lembrar que para a PEDOLOGIA o relevo/topografia é um fator importante para a compreensão dos solos, enquanto para a Geomorfologia o solo tem um papel apenas de coadjuvante. Vamos mostrar algumas questões envolvendo essas relações.

A autoctonia ou aloctonia dos materiais de origem dos solos em relação à rocha subjacente envolve a evolução da vertente e a presença eventual de colúvios (processos erosivos). Essa questão envolve o problema das “stone lines” que, para muitos, representariam descontinuidades erosivas. Separariam materiais cuja formação estaria relacionada a mudanças climáticas, a processos sucessivos de erosão e coluvionamento, acarretando superposições de materiais e pedogêneses separadas no tempo e no espaço por hiatos erosivos.

Influência da vertente (topografia) sobre os solos: como já mencionado, certas propriedades dos solos variariam ao longo das vertentes (granulometria, bases trocaveis, etc.) devido a circulação hídrica (Jenny, 1941),. O conceito de catena, proposto por Milne (1936), indicaria a presença regional de sucessões sistemáticas de solos ao longo das vertentes, tendo a erosão como principal fator responsável.

Relação dos solos com os relevos: Bennema, Camargo e Wright (1962), haviam registrado que a distribuição dos solos na América do Sul estaria relacionada ao tipo de relevo: os relevos acidentados abrigariam Litossolos e solos pouco desenvolvidos; os relevos colinosos mostrariam Podzólicos vermelho amarelo medianamente desenvolvidos, e os relevos mais tabulares seriam recobertas por Latossolos, solos mais antigos.

Os geomorfólogos conseguiram apresentaram um modelo de evolução dos relevos do Sul e Sudeste, explicando diferentes formas e depósitos correlativos por processos relacionados às alternâncias climáticas do Quaternário (Bigarella et al., 1961, 1965) . Nesses trabalhos os solos são citados quase sempre de modo genérico e nem sempre corretamente

A contigüidade de áreas com relevos de colinas poli-convexas (mamelonização) ao lado de áreas com relevos de colinas de topos mais aplainado com superfícies em patamares (pedimentação) levaram Ab’Saber (1973) a propor um modelo de evolução dos

relevos brasileiros, quando vai surgir a “antipatia/oposição” entre um e outro. A pedimentação ocorreria em climas mais secos, semi-áridos beirando até a aridez, enquanto a mamelonização ocorreria em climas mais úmidos: nestas, ocorreriam *Red Yellow Podzolic soils*

A Carta Geomorfológica do Estado de São Paulo (IPT, 1981) na escala 1:1.000.000, registra a presença de relevos de colinas amplas, que estariam recobertas por Latossolos, e relevos de colinas médias, com Podzólicos vermelho amarelo ou solos com horizonte B textural).

Observa-se que, mesmo sem terem consciência do fato, Pedologia/pedogênese e Geomorfologia/morfogênese, apresentaram interpretações convergentes sobre juventude e maturidade de relevos e solos. Abordamos essa questão (Queiroz Neto, 1975) ao registrar em cartas 1:200.000 a distribuição de solos na fachada norte ocidental da Mantiqueira, distinguindo áreas de relevos de colinas amplas com dominância de Latossolos, e áreas com relevos mais colinosos onde aparecem os solos com horizonte B textural (Argissolos). A proposta de um modelo de evolução do relevo baseava-se nos conceitos de mamelonização e pedimentação.

É importante salientar que essas interpretações foram as “muletas” que a Pedologia utilizou para estimar o tempo de formação de perfis de solos: a pedogênese ficava na dependência da definição da evolução do relevo. Era a Geomorfologia que estabelecia as cronologias, às quais a “gênese” dos solos se adaptaria. Essa adaptação, que não ocorreu apenas no Brasil, persiste até hoje.

A antinomia/oposição entre pedogênese e morfogênese: Tricart assinalara que a ação da água acarreta a migração, transporte e exportação de elementos: se internamente, interfere na pedogênese, se externamente (erosão) teria ação direta na morfogênese. Tricart e Kilian (1979) afirmaram ainda que existiria uma antinomia/oposição entre pedogênese e morfogênese pois:

- a pedogênese aumentaria em profundidade em detrimento do material (rocha) subjacente, os solos tornar-se-iam mais espessos e os horizontes mais diferenciados (a morfogênese seria pouco atuante);
- a morfogênese exerceria uma ablação generalizada, provocando a diminuição da espessura

dos solos e mesmo sua eliminação (a pedogênese não teria condições de se desenvolver) .

A antinomia/oposição entre pedogênese e morfogênese, na realidade, havia sido formulada anteriormente pelo pedólogo/geoquímico Ehrart (1956), que propôs a teoria da *Biostasia e Rexistasia*, com repercussão relativamente reduzida nos meios pedológicos mas largamente aceita pelos geomorfólogos.

Essa antinomia entre pedogênese e morfogênese poderia ser ajustada à antinomia/oposição entre mamelonização e pedimentação de Ab'Saber, exposta mais atrás. Baseados nessa antinomia/oposição, Tricart (1977) e Tricart e Kilian (1979) propuzeram o estabelecimento dos balanços entre morfogênese e pedogênese para a interpretação da estabilidade/ instabilidade das vertentes, proposta que foi largamente utilizada pelo geomorfólogos.

É interessante assinalar que os geomorfólogos nem sempre deram maior atenção ao estudo das formações superficiais (expressão preferida por Tricart em lugar de solos), chamando-as genericamente de colúvios. As cartas geomorfológicas da Normandia, elaboradas pelo *Centre de Géomorphologie CNRS* na escala 1:50.000, foram acompanhadas de cartas de formações superficiais, que registravam a espessura e a granulometria das diferentes camadas superpostas mas não estabeleciam relações com os solos.

Para finalizar, os geomorfólogos apresentaram um modelo de evolução dos relevos, envolvendo depósitos correlativos e diferenças entre formas, com interpretações de cronologias dos processos responsáveis, incluindo as alternâncias climáticas do Quaternário.

Modelo e interpretações foram utilizadas pela Pedologia como uma espécie de “muletas” para situar a pedogênese, que ficava na dependência da definição da evolução do relevo. Era a Geomorfologia que estabelecia as cronologias, às quais a “gênese” dos solos se adaptaria. Esse fato não ocorreu apenas no Brasil e persiste até hoje.

3. Nova visão dos solos revê alguns mitos

A nova visão do objeto solo, obriga a realização de ampla revisão das interpretações das relações entre os solos e as vertentes e/ou entre morfogênese e pedogênese.

Análise estrutural da cobertura pedológica: a superação da visão verticalista dos perfis de solo pela Análise Estrutural Da Cobertura Pedológica é fundamental. Do Pedon

passa-se à cobertura pedológica, *continuum* que recobre as vertentes (Boulet, 1978; Boulet e al., 1984; Ruellan e Dosso, 1993). É um novo conceito para a compreensão da distribuição espacial dos solos, de seus funcionamentos, de suas histórias (gêneses) e de suas relações com as outras Ciências da Natureza, incluindo a Geomorfologia. Permitiu os estudos dos processos pedológicos/pedogenéticos, que levaram ao reconhecimento e definição dos sistemas pedológicos em equilíbrio dinâmico ou em transformação (Boulet, 1978; Boulet e al., 1984; Queiroz Neto, 1993; Ruellan e Dosso, 1993).

Sistemas pedológicos em equilíbrio dinâmico: ocorrem em relevos de colinas amplas e de menor declividade, com vales em forma de vereda ou U muito aberto. Apresentam coberturas latossólicas homogêneas, vertical e lateralmente, ao longo das vertentes passando no sopé a solos hidromórficos (Queiroz Neto e Pellerin, 1994). É bom lembrar que os Latossolos apresentam apenas o horizonte A, que acompanha a forma da vertente, sobre um B homogêneo e espesso. Tais sistemas indicam a presença de vertentes regularizadas e em equilíbrio, indicando estabilidade da rede hidrográfica.

Sistemas pedológicos em transformação ocorrem em relevos colinosos, com vertentes convexas e declividades maiores do que no sistema anterior, com vales em V eventualmente com fundo chato, colmatado parcialmente. O exemplo paradigmático é a sucessão, ao longo das vertentes, dos Latossolos no topo das colinas e dos Argissolos a partir das meias encostas.

Os trabalhos realizados em Marília, Planalto Ocidental paulista, com a utilização da *Análise Estrutural da Cobertura Pedológica*, mostrou que a sucessão B latossólico → B textural ao longo da vertente (figura 1) corresponde a um *sistema de transformação de uma organização pedológica em outra*, incluindo modificações de cor, textura, estrutura, porosidade, mineralogia e outros atributos físico-químicos dos solos (Fernandes Barros, 1985; Castro, 1990). Os procedimentos da *Análise Estrutural da Cobertura Pedológica* permitiram, além disso, caracterizar a dinâmica hídrica e seu funcionamento, como indicado na figura 1 através das setas.

Figura 1 – Transformação de Latossolo em Argissolo com indicação da circulação hídrica (FERNANDES BARROS, 1985 e CASTRO, 1990).

A transformação estaria relacionada com modificação do nível de base local (córrego Invernada), acelerando os fluxos internos na vertente. Ela se inicia na base da vertente e avança para cima, com perdas progressivas de argila por processos físico-químicos complexos (Castro, 1990). A vertente torna-se convexa porém o paralelismo com os horizontes é mantido. É importante assinalar que na porção mediana da pedosequência, há maior acumulação de água, as perdas de argila se acentuam, causando a modificação da forma da vertente, com início de uma concavidade (figura 1, pontos 68 e 69).

O reconhecimento dos mecanismos envolvidos permitiu mostrar que o aumento da declividade com a convexização, é provocado pela instalação daquele sistema pedológico. Pedogênese e formação da vertente são solidárias e contemporâneas, não há oposição/antinomia.

Reconhecer as características dos horizontes e seus arranjos geométricos permite a compreensão dos fluxos internos verticais e laterais da água, que vão determinar a movimentação de matéria (figura 2). Permitiu compreender a evolução conjunta dos solos e das vertentes em “degraus” sobre arenito Piramboia com lentes de argila, na região de São Pedro (Dias Ferreira, 1997)

Figura 2 – a topossequência Retiro mostra como as camadas siltico-argilosas do substrato (6 e 7) e os horizontes B (4 e 4^a) determinam o fluxo lateral (DIAS FERREIRA, 1997).

A presença da camada 6, siltico-argilosa, na ruptura de declive do terço superior da vertente, modifica os fluxos internos das soluções. A diminuição da velocidade dos fluxos, causada por alguma retenção de água (horizontes 2^a, 2b, 4^a) acentua o paralelismo com a vertente.

Lucas et al. (1984) publicaram no Brasil o primeiro trabalho com aplicação da Análise Estrutural. A figura 3 mostra a configuração da organização pedológica numa vertente em Manaus, com perda progressiva de argila dos Latossolos (70/80% no ponto 24) para os Podzois (PONTOS 10 a 5) e, finalmente, para as areias brancas do sopé (pontos 4 a 1). A “erosão” geoquímica é responsável por essas perdas de argila e pela configuração da encosta: a cobertura pedológica transformada mantém-se paralela à vertente, indicando que evoluíram conjuntamente. A parte final da encosta é coberta apenas por areias quartzosas brancas, mais resistentes ao intemperismo. A leve concavidade da encosta (pontos 15 e 16) se acentua com o prosseguimento do processo, para formar um degrau arenoso semelhante a um

terraço fluvial. Essa configuração do relevo mostra que esses degraus não correspondem a terraços fluviais balizando a evolução recente da drenagem, como se pensava até então, mas são o resultado das evoluções conjuntas dos solos e vertentes.

Figura 3 – Curvas isovalor de argila (seqüência 1, LUCAS et alli., 1984) com diminuição progressiva dos Latossolos amarelos do topo (ponto 24) para areias brancas do sopé (pontos 4 a 1) passando pelo Podzol (pontos 10 a 4).

O caso das couraças e concreções ferruginosas: Nos dois sistemas pedológicos o intemperismo abaixa a frente de alteração da rocha. Esta pode passar por uma fase de formação de glébulas e nódulos ferruginosos (Coelho et al, 2001; Coelho e Vidal-Torrado, 2003) e até de couraça ferruginosa (Ladeira, 1995), mas a estrutura inicial do solos é microagregada. Assim, a primeira estrutura pedológica formada por pedoplasmação seria microagregada, latossólica. Isso explica porque abaixo de horizontes argílicos (B texturais) frequentemente se observa a presença de horizontes microagregados similar aos latossólicos. A presença de pequenas concreções ferruginosas que ocorrem com freqüência nos dois sistemas pedológicos, corresponderiam a lito-relíquias, testemunhos da alteração e da proveniência a partir das rochas.

Autoctonistas versus aloctonistas e as “Stone lines”: Cailleux (1957) havia sugerido que as formigas poderiam ter um papel importante na “formação dos solos superficiais separados da base por um leito de seixos”.

Essa sugestão provocou a refutação incisiva de Ab’Saber (1962), para quem as “stone lines” testemunhariam um paleopavimento detrítico. Sua formação estaria relacionada a processos de erosão seletiva em climas secos, deixando na superfície um pavimento pedregoso que, posteriormente, seria recoberto por colúvios.

O magnífico trabalho de revisão bibliográfica de Vogt e Vincent (1966) sobre as interpretações do “*complexe de la stone line*”: (110 citações sobretudo do Brasil e da África) não teve muita repercussão aqui. Nas conclusões afirmavam que “*o exame das formações superficiais mostra que não existe uma stone line única mas muitas categorias diferentes, correspondendo cada uma à condições genéticas particulares e à um certo grau de evolução*”.

A interpretação que prevaleceu no Brasil foi a do paleo - pavimento detrítico na evolução das vertentes e de seus materiais de recobrimento, aceita tanto por pedólogos quanto por geomorfólogos.

Pesquisas realizadas em Botucatu mostraram que influências biológicas (formigas, cupins e minhocas) teriam atuado tanto na disposição das *stone lines* enterradas, quanto na origem das estruturas pedológicas microagregadas que as recobrem. (Miklos, 1992, 1993). Para ele, o paralelismo entre as linhas de seixos, os horizontes sômbrios e a vertente indicam organizações pedológicas e vertente evoluíram conjuntamente. Pesquisas realizadas na África mostram também a ação de térmitas na elaboração de estruturas em microagregados de solos ferralíticos. A qualidade mineralógica dos materiais situados acima e abaixo das linhas de seixos é a mesma, resultantes ambas da alteração *in situ* das rochas, como o próprio Miklos (1983) havia apontado em Botucatu.

Pedogênese e a evolução da rede hidrográfica: Suguio e Bigarella (1990) afirmaram que os rios representam “um dos mais importantes agentes geológicos, que desempenham papel de grande relevância na escultura do modelado...”. Essa afirmação parece inegável, já que os rios desempenham um importante papel na redistribuição de matéria ao longo de seus cursos: no entanto, convém lembrar que os sedimentos transportados e depositados pelos rios são fornecidos sobretudo pela erosão nas vertentes.

Essa idéia de agente geológico é associada aos padrões geométricos apresentados pelas redes hidrográficas, com direções concordantes e dependentes das estruturas geológicas. Permitiu afirmar que os rios aproveitariam linhas e pontos de fraqueza da superfície da crosta (falhas, fraturas, diáclases) para se instalar.

Mas pouco se fala sobre o início desses processos, por onde e como eles se iniciariam.

A ação geoquímica das águas intempéricas sobre as rochas tem sido negligenciada pelos estudiosos da natureza, com exceção do caso flagrante do carste. No entanto, a alteração das rochas ácidas e básicas pelo intemperismo em região tropical elimina quantidades importantes de matéria. Melfi (1969) estudando um perfil de alteração sobre granito em Itu, avaliou uma perda em volume de SiO_2 de até 72% e de 50 a 95% em volume dos cátions; um diabásio em Campinas apresentaria perdas muito maiores, de até 88% de SiO_2 e acima de 95% dos cátions.

Essas perdas serão mais intensas onde as águas intempéricas penetram nas rochas com maior facilidade e em maior quantidade, justamente ao longo das fraturas, falhas e diáclases, como Castro (1980) indicara ao interpretar a formação de depressões e da drenagem no platô de Itapetininga. Essa perda de matéria, mais acentuada pontual ou linearmente, acaba provocando deformações na superfície, onde vão se acumular as águas de chuva.

Pesquisas realizadas na região de Uberlândia mostram o condicionamento da rede de drenagem pelas estruturas geológicas regionais (Lima, 1996), indicado pelo paralelismo das veredas afluentes do ribeirão Panga, bem como pelas quebras de direção do curso deste.

O estudo de uma vereda na Estação Ecológica do Panga (figura 4) permitiu mostrar a geometria das organizações pedológicas ao longo das vertentes. A cobertura pedológica atravessa a vereda de um lado a outro sem interrupção, mostrando transformações laterais progressivas dos horizontes (horizontes 5 e 9, figura 4) e aprofundamento do eixo de drenagem. A saturação em água na parte central da vereda é responsável pelo desaparecimento das concreções ferruginosas, mudanças de cor e diminuição dos teores de argila (horizontes 2 e 2' e 3 e 3'), além de formar o horizonte turfoso 7. Deve-se salientar que o aprofundamento da parte central da vereda deformou igualmente as duas vertentes, sem alterar o paralelismo dos horizontes e da linha de seixos e de concreções ferruginosas. É importante assinalar que no fundo da vereda não foram encontrados indícios de depósitos sedimentares: sua deformação para um perfil em U muito aberto é resultado da eliminação de matéria em profundidade pelo intemperismo, seguindo os alinhamentos da estrutura geológica.

Figura 4 – toposseqüência Vereda (Estação Ecológica do Panga, LIMA, 1996), mostra a continuidade e o paralelismo das organizações pedológicas (1 e 2) e do nível das concreções com a vertente.

A presença de depressões fechadas em posições topográficas elevadas nos relevos tem chamado a atenção dos pesquisadores. Queiroz Neto, Feltran Filho e Schneider (1998) estudaram a lagoa Irara e o covoal da Fortaleza na chapada de Uberlândia (figura 5): essa foto aérea mostra diferentes etapas da instalação e evolução das depressões e da rede de drenagem. Lagoas fechadas e menos profundas, como a Irara, constituem a primeira etapa: foram estudadas toposseqüências atravessando-a, mostrando que a deformação dos horizontes pedológicos argilosos em direção ao centro não altera o seu paralelismo. Como nos casos

anteriores, a deformação é causada pela perda de matéria em profundidade por ação geoquímica: o teor de argila diminui e a coloração passa de vermelho escuro para tonalidades mais claras, com manchas de hidromorfia em profundidade.

Figura 5 - Foto aérea EMATER (escala 1:25.000) com a lagoa Irara, o covoal da Fortaleza e o curso do Beija Flor e afluentes, com sucessão de depressões semi-circulares coalescentes (QUEIROZ NETO, FELTRAN FILHO e SCHNEIDER, 1998).

O covoal da Fortaleza, maior e mais profundo e com exutório, mostra etapa mais avançada, Registra flutuação importante do lençol freático na parte central com transformações mais intensas do solo, mosqueamento que se acentua até aparecer um material branco indicando perda considerável do ferro.

O córrego Beija Flor e outros da chapada apresentam fundos de vale marcados por zonas deprimidas semi-circulares, lembrando antigas depressões, particularmente nítido em afluente da margem esquerda (figura 5). Essas formas semicirculares parecem indicar a posição de antigas depressões que, com o tempo, coalesceram para formar os atuais cursos d'água: estes, no entanto, seguem as direções gerais das estruturas geológicas.

4. Pontos finais em construção: caem alguns mitos

O reconhecimento de sistemas pedológicos mostra as relações entre solo (cobertura pedológica) e vertente, tornando possível a interpretação das influências da pedogênese e da morfogênese na elaboração dos relevos.

Os sistemas pedológicas em equilíbrio dinâmico significam que enquanto forem mantidas as relações entre a vertente (principalmente a declividade) e seu recobrimento pedológico haverá estabilidade, haverá equilíbrio. Na sua manutenção, o entalhe pela rede de drenagem é acompanhado pela eliminação de matéria na frente de alteração das rochas. As colinas com suas vertentes serão rebaixadas acompanhando a velocidade de aprofundamento do talvegue principal. Enquanto forem mantidas as relações geométricas entre a forma da vertente, sua declividade, com a disposição da cobertura latossólica e o fundo do vale, haverá estabilidade. O relevo será rebaixado na totalidade sem que haja modificação relativa de seus componentes, sem modificação da cobertura pedológica que permanece estável: por isso as coberturas pedológicas são ditas em equilíbrio dinâmico.

Os sistemas pedológicos em transformação aparecem quando as relações geométricas entre os elementos da topografia e dos horizontes pedológicos são modificadas. Estas mudanças correspondem sobretudo ao aumento das declividades (aprofundamento do vale, mudança climática ou tectônica), provocando desequilíbrios, que começam a se manifestar na base da vertente: aumenta a quantidade de água e a energia dos fluxos, que vão provocar fenômenos de hidromorfia mais intensos e generalizados, maior eliminação do ferro e desestabilização da argila (Lucas, 1989; Castro, 1990). Paralelamente, as soluções podem aportar íons, provocando modificação das condições estruturais e físico-químicas e até neo-formações mineralógicas. Com a maior perda de elementos na base aumenta a declividade e aparecem formas mais acentuadamente convexas nas vertentes, como Queiroz Neto (1993) havia assinalado..

Esse reconhecimento deve provocar também uma revisão de certos conceitos das classificações de solos: Latossolos e Argissolos são colocados nos pontos mais altos da hierarquia das classificações pedológicas, que reconhecem cerca de ordens e/ou classes, entre elas as dos solos referidos. Esse conceito significa que resultariam de processos genéticos diferentes e não apenas como etapas de um só e mesmo processo, estando assim geneticamente associados.

Outros aspectos das relações entre os solos e as vertentes, ou entre pedogênese e morfogênese merecem ser destacados.

Em primeiro lugar, não há antagonismo entre pedogênese e morfogênese, os dois processos atuando conjuntamente no estabelecimento do modelado. A constatação da continuidade dos horizontes, mesmo com transformações, do topo das colinas à base mas mantendo o paralelismo com a forma da vertente, indica o desencadeamento, não necessariamente atual, de processos solidários e simultâneos que prosseguem até agora, o que envolve também a idéia de convergência e de manutenção da funcionalidade.

Da mesma forma, o paralelismo freqüente das “*stone lines*” com as vertentes também indicam que suas gênese e evolução podem ser simultâneas e contemporâneas à evolução das vertentes e solos. A atuação da atividade biológica dos solos na fabricação de agregados e na migração ascendente vertical de materiais, enterrando as “*stone lines*”, leva à re-interpretação da gênese dos solos e da evolução das vertentes, no sentido da autoctonia dos

materiais de origem, da evolução conjunta dos solos e das vertentes além de também trazerem a noção de manutenção da funcionalidade.

A formação e evolução das depressões fechadas, semi-fechadas e abertas é da responsabilidade de “*erosão*” geoquímica. Além disso, lagoas fechadas e erosão geoquímica seriam uma porta aberta, pelo menos “*pro parte*”, para a instalação dos cursos d’água e da própria rede de drenagem.

Para finalizar, podemos afirmar que pesquisas pontuais e sistemáticas são necessárias para reafirmar algumas questões levantadas. Para isso, deve ser empregado todo o arsenal disponível de técnicas de campo e laboratório, que levem ao aprofundamento da questão das relações dos solos com as vertentes, da morfogênese com a pedogênese.

5. Bibliografia citada

Ab’Saber, A. N. (1962) Revisão dos conhecimentos sobre o horizonte sub-superficial de cascalhos inhumados no Brasil Oriental. Bol, Univ. Paraná, Inst Geol., Geogr. Física, 2:1-32.

Ab’Saber, A.N. (1973) A organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras. S. Paulo, USP, IGEOG, Geomorfologia 41, 39 p.

Bennema, J. ; Camargo, M. & Wright, A.C.S. – 1962 – Regional contrast in South America soil formation in relation to soil classification and soil fertility. In “International Soil Conference”, New Zealand, Int. Soc. Soil Science, 1-15.

Bigarella, J.J.; Mousinho, M.R. e Silva, J.X. (1965) Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. Bol. Paran. Geogr. 16/17:117-151.

Bigarella, J.J.; Marques Filho, P. e Ab’Saber, A.N. (1961) Ocorrência de pedimentos remanescentes nas faldas da Serra do Iqueririm (Garuva, SC). Bol. Paran. Geogr. 4/5: 71-81.

Boulet, R. (1978) Existence de systèmes a forte différenciation laterale em milieu ferrallitique guyannais; un nouvel exemple de couvertures pédologiques en déséquilibres. Science du Sol, 2:75-92

Boulet, R.. ; Chauvel, A. & Lucas, Y. (1984) Les systèmes de transformation en Pedologie. Paris, AFES, Livre Jubilaire du Cinquantenaire :167-179.

Boulet, R. ; Chauvel, A. ; Humbel, F.X. & Lucas Y. (1982) Analyse structurale et cartographie en Pédologie, I- Prise en compte de l’organisation bidimensionnelle de la

couverture pédologique : les études de toposséquences et leurs principaux apports à la connaissance des sols. Paris, Cah. ORSTOM sér. Pédologie, XIX(4) : 309-322 ; 323-340 : 341-352

Cailleux, A. (1957) La ligne de cailloutis a la base des sols jaune. Zeitsch. f. Geomorph., Band 1, 312 (transcrito Not. Geomorf. 4, p.43, 1959).

Castro, S.S. (1980) O platô de Itapetininga e as formações superficiais, material de origem do Latossolo vermelho escuro orto. USP, FFLCH, Dep.Geogr. (Dissert. Mestrado)

Castro, S.S. (1990) Sistemas de transformação pedológica em Marília: B latossólicos e B texturais. S. Paulo, USP, FFLCH, Dep. Geogr. 274p. (tese Dr.).

Coelho, M.R. & Vidal-Torrado, P. (2003) Caracterização e gênese de perfis plúnticos desenvolvidos de arenito do Grupo Bauru – I Química. Viçosa, R. Bras. Ci. Solo 27:483-494.

Coelho M.R.; Vidal-Torrado, P. & Ladeira, F.S.B. (2001) Macro e micromorfologia de ferricretes nodulares desenvolvidos de arenito do Grupo Bauru. Rev. Bras. Ci. Solo 25:371-385.

Dias Ferreira, R P. (1997) Solos e morfogênese em São Pedro, SP. S. Paulo, USP, FFLCH, Dep. Geografia, 157 p., 3 anexos, (tese Dr.).

Erhart, H. (1956) La gênese des sols en tant que phenomène géologique. Paris, Masson et Cie. Ed., 90 p.

Fernandes Barros, O., N. (1985) Análise estrutural e cartografia detalhada de solos em Marília, SP: ensaio metodológico. S. Paulo, USP, FFLCH, Dep. Geografia, 146 p.(dissertação de Mestrado).

IPT (1981) Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. S. Paulo, Pró Minério e IPT, Div. Minas e Geol. Aplic., Monografia 5, 94 p.; (mapa 1:1.000.000)

Jenny, H. (1941) Factors of soil formation, New York, McGraw-Hill Book Inc., 281 p.

Jungerius, P.D. (1985) Soils and Geomorphology. In "Soils and Geomorphology", Catena Supp. 6:1-6.

Ladeira, F. S. B. (1995) – Estudo micromorfológico de um Latossolo Roxo no município de Guaira (SP). S. Paulo, USP. FFLCH, Dep. Geogr., 93 p., (Dissertação de Mestrado)

Lima, S.C. (1996) As veredas do ribeirão Panga no Triângulo Mineiro e a evolução da paisagem. S.Paulo, USP, FFLCH, Dep. Geogr., 260p. (tese Dr.).

Lucas, Y.; Chauvel, A.; Boulet, R.; Ranzani, G. & Scatolin, F. (1984) Transição latossolos-podzóis sobre Formação Barreiras na região de Manaus, Rev. Bras. Ci. Solo 8:325-335. .

Melfi, A. J. – 1967 – Intemperismo de granitos e diabásios no município de Campinas e arredores, estado de São Paulo. USP, FFCL, 166 p. (tese Dr.).

Miklos, A.A.W. (1986) Relations entre l'altération et la pedoplasation dans un profil vertical sur basalte dans la région de Botucatu, Brésil. França, Universidade de Poitiers, 46 p. (Dissertação DEA).

Miklos, A.A.W. (1993) Horizontes latossólicos, horizontes sômbricos e “stone lines”: organização de origem biológica – fauna do solo. Goiânia, XXIV Congr. Brás. Ci. Solo, Resumos vol II

Milne, G. (1935) Some suggested units of classification and mapping particularly for Eats African soils. Londres, Soil Research, suppl. Proc. Int. Soc. Soil Sci. IV(3):183-198.

Milne, G. (1936) Normal erosion as a factor in soil profile development. Londres, Nature, set.26: 548-549.

Milne, G. (1942) Soil reconnaissance journey through parts of Tanganika territory, December 1935 to February 1936. The Journal of Ecology XXXV (1 & 2); reprinted on Amani Memoirs, p. 192-265.

Plaisance, G. e Cailleux, A. (1958) Dictionnaire des sols. La Maison Rustique, 604 p.

Queiroz Neto, J.P. (1975) Pedogênese no Planalto Atlântico. Contribuição à interpretação paleogeográfica dos solos da Mantiqueira norte ocidental. USP, FFLCH, Dep. Geogr., 270 p. (tese Livre Doc.).

Queiroz Neto, J.P. (1993) Pedogênese e evolução das formas de relevo no Planalto Ocidental Paulista: o exemplo da região de Marília. In V Simpósio de Geografia Física, São Paulo, 505-510.

Queiroz Neto, J.P.; Feltran Filho, A. e Schneider, M. (1998) L'évolution de la couverture pédologique et du relief sur les plateaux de l'ouest de l'état de Minas Gerais (Brésil).

Montpellier, 16^o Congresso Mundial de Ciência do Solo, Anais, Simpósio 15, pág. 1 a 7, (CD rom)

Queiroz Neto, J.P. e Pellerin, J. (1994) Solos e relevo no alto vale do rio do Peixe – Oscar Bressane (S. Paulo, Brasil). Rev. Dep. Geogr. 777:25-34.

Ruellan, A. & Dosso, M. (1993) Regards sur le sol. Paris, Universités Francophones, Ed. Soucher, 192 p.

Segalen, P. (1969) Le remaniement des sols et la mise en place des « stone-lines » en Afrique. Cahiers ORSTOM, série Pédologie 3(3) p. 179-206.

Sugio, K e Bigarella, J. J. (1990) Ambientes fluviais. Ed. UFSC e Ed. UFPR, 183 p ;

Tricart, J. (1968) As relações entre a morfogênese e a pedogênese. Campinas, Not. Geomorf. 8:5-18

Tricart, J. e Kilian, J. (1979) L'éco-géographie. Librairie François Maspéro, col. Hérodote, 326 p.

Vogt, J. e Vincent, P. L. (1966) Le complexe de la stone-line: mise au point. Bull. BRGM 4:3-51.

