

O ESTUDO DE FORMAÇÕES SUPERFICIAIS NO BRASIL

José Pereira de QUEIROZ NETO

RESUMO

Duas grandes tendências manifestaram-se no Brasil no estudo das formações superficiais, nem sempre convergentes, porém ambas tentando distinguir as autóctones das alóctones: a dos pedólogos, porque as formações superficiais representam os materiais de origem dos solos, e a dos geomorfólogos/geólogos, porque podem representar testemunhos dos processos responsáveis pela elaboração do relevo. Aqui é apresentada uma síntese das origens e direções exploradas por essas tendências, mostrando os principais resultados alcançados, terminando com as perspectivas abertas pela aplicação do procedimento da análise estrutural da cobertura pedológica em duas direções: possibilitando uma definição mais correta da questão da autoctonia/aloctonia das formações superficiais e avaliando a importância dos processos biogeodinâmicos na elaboração das formas de relevo.

Palavras-chave: formações superficiais, solos, linhas de pedra, couraças ferruginosas, relevo, superfícies de erosão, ação dos insetos.

ABSTRACT

Two main tendencies have been expressed in our country in the study of surficial deposits, not always convergent but searching first to define their autochthony or allochthony: for soils because they represent the original materials, for reliefs because they are related to testimonies of the processes responsible for their genesis and evolution. We shall present here a synthesis of ideas on the origin and directions explored by such tendencies, showing their principal results and ending with the perspectives opened by the use of structural analysis of pedological cover procedure in two ways: the possibility to define more correctly the autochthony or the allochthony of these materials and, at the same time, to evaluate the significance of the biogeodynamic processes to the relief features.

Keywords: surficial deposits, soils, stone-lines, iron hardpans, relief, erosion surface, ant and termite actions.

1 INTRODUÇÃO

Formações superficiais são materiais que recobrem a parte emersa da crosta, provenientes da alteração das rochas por intemperismo (físico, químico, biológico) e que podem ter sido remanejadas e/ou retrabalhadas sobre vertentes, superfícies de erosão, planícies fluviais, etc. (DEWOLF, 1983). Testemunhariam processos pedogenéticos e morfogenéticos responsáveis pela evolução e dinâmica da superfície terrestre.

Duas grandes tendências manifestaram-se em nosso país no estudo das formações superficiais. Em ordem cronológica, nos meados da década de 50, pela Pedologia com os mapeamentos de solos. Por outro lado, a partir da década de 60, geomorfólogos e geólogos passam a estudar depósitos sedimentares correlativos de processos superficiais de erosão e deposição, sobretudo quaternários. Na década seguinte aparecem mapeamentos geomorfológicos de detalhe com representação espacial das formações superficiais.

Essas direções de pesquisa buscavam definir a autoctonia ou a aloctonia das formações superficiais em relação ao substrato geológico. Para os solos, por representarem seus materiais de origem, para os relevos, por corresponderem a palimpsestos dos processos responsáveis pelas suas gêneses, evoluções e comportamentos.

É preciso lembrar que os caminhos trilhados por pedólogos e geomorfólogos no estudo das formações superficiais nem sempre foram convergentes, por não terem tido pontos de partida, procedimentos e objetivos comuns. Os pedólogos trabalharam espacialmente, já que solos podem recobrir a totalidade do relevo, desde os topos até os fundos dos vales. Solos e seus materiais de origem são definidos no campo e suas características e propriedades químicas, físicas e mineralógicas são determinadas em laboratório. Esses procedimentos acompanham a Pedologia desde seu surgimento. Os geomorfólogos voltaram-se para o estudo, nem sempre acompanhado de análises laboratoriais, de nichos onde localizar-se-iam depósitos de natureza

sedimentar, testemunhando processos de evolução do relevo. As cartas geomorfológicas de detalhe, que procuram representar a distribuição espacial das formações superficiais, acompanhadas de análises laboratoriais, aproximam-se assim dos mapeamentos de solos.

Apresentaremos aqui uma síntese das origens e caminhos percorridos por essas tendências, finalizando com resultados obtidos com a aplicação do procedimento da *análise estrutural da cobertura pedológica*, que abriu novas perspectivas para a definição mais correta da questão da autoctonia ou aloctonia das formações superficiais e, ao mesmo tempo, para avaliar a importância dos processos biogeodinâmicos na elaboração das formas de relevo.

2 O ESTUDO DOS SOLOS E AS FORMAÇÕES SUPERFICIAIS

O trabalho de FEUER (in BELCHER & ASSOCIATES, 1956) foi pioneiro ao registrar observações sobre a qualidade dos materiais de origem dos solos e suas relações com as extensas chapadas da região de Brasília. Segundo aquele autor, essas chapadas seriam testemunhos de superfícies de erosão terciárias, em cujos bordos dissecados apareceriam bancadas ou blocos de lateritas ferruginosas, que poderiam conter no seu interior camadas espessas de concreções ferruginosas, com ou sem seixos rolados. Sobre esses materiais, ocorreriam Latossolos húmicos muito antigos sob vegetação de cerrado. Nas bordas das chapadas e nas vertentes mais íngremes, representando entalhes mais recentes de erosão, ocorreriam solos pouco espessos, muitas vezes concrecionários.

Para Feuer, as lateritas sob a forma de bancadas ou couraças ferruginosas seriam formadas *in situ*, ao passo que os espessos latossolos sobre cascalheiras e/ou camadas concrecionárias corresponderiam sempre a materiais retrabalhados. Assim, e também como afirmado mais tarde por BRAUN (1961), nos chapadões do Brasil Central os latossolos "não refletem os aspectos da rocha originária subjacente", paradigma que dominará as interpretações pedológicas e geomorfológicas.

Os levantamentos de solos efetuados nessa ocasião pela antiga Comissão de Solos do Ministério da Agricultura, no estado de São Paulo (BRASIL, 1960) e na região sob influência do reservatório de Furnas em Minas Gerais (BRASIL, 1962), empregaram esses conceitos, ao interpretarem a

gênese e evolução dos solos relacionadas às formas do relevo e ao material de origem.

Na mesma época, BENNEMA, CAMARGO & WRIGHT (1962) estabelecem de forma mais clara ainda aquelas relações entre solos e seus materiais de origem, na América do Sul tropical, tomando como exemplo uma seção transversal Atlântico-Pacífico. Para os autores, a realização de levantamentos de solos precisaria levar em conta a presença de formas jovens de relevo, cujos solos ter-se-iam originado diretamente da alteração das formações geológicas, ao lado de remanescentes de antigas superfícies de erosão, capeadas por material detrítico, sem relação direta com as rochas sotopostas e, finalmente, de superfícies de sedimentação recente, correspondendo às várzeas e planícies aluviais. Em cada categoria de relevo apareceriam unidades específicas de solos: nas velhas superfícies de erosão, sobre material detrítico, ocorreriam latossolos, enquanto nas regiões de relevo rejuvenescido pela erosão ocorreriam solos com horizonte B textural (podzólicos), associados a litossolos; finalmente, nas várzeas e planícies aluviais ocorreriam solos hidromórficos e aluviais.

Nesse início da década de 60, os trabalhos de RUHE (1956, 1960), nos Estados Unidos, tiveram certa repercussão no Brasil: esse autor decompunha as vertentes em superfícies geomórficas (*upland*, *pediment backslope*, *pediment footslope* e *alluvial toeslope*) formadas e recobertas por loess pleistocênicos, apresentando solos que se distinguiriam pelo grau de evolução.

Em 1969, CARVALHO *et al.* apresentam uma interpretação geológico-pedológica dos solos da região de Viracopos, em Campinas, aplicando esses conceitos: as partes altas das colinas, *uplands* com forma tabular, apresentariam formações "neocenozóicas" sem relação com o substrato geológico, com Latossolos Vermelho amarelos, de textura média. Das posições altas (*uplands*) para o fundo dos vales passar-se-ia pelos *pediment backslope* e *pediment footslope*, apresentando solos com horizonte B textural formados a partir de rochas do Carbonífero e por terraços fluviais do Quaternário médio e superior.

Além dessa influência, também o modelo proposto por BIGARELLA *et al.* (1961, 1965) e AB'SABER (1962) para a interpretação da evolução do relevo do Sudeste brasileiro servirá de base a trabalhos de Pedologia, além dos de Geomorfologia, como será visto adiante. A essas propostas virá adicionar-se a *teoria da bio-rexistasia* de ERHART (1956), que ganha espaço principalmente entre geomorfólogos.

A biostasia, nas regiões tropicais, corresponderia a períodos de clima úmido com vegetação florestal e predomínio de intemperismo químico na formação dos solos; nos períodos de rexistasia, ao contrário, o clima seria seco a árido, com baixa densidade de vegetação, predominando as ações físicas e mecânicas de erosão.

Apoiando-se nesses conceitos e na então recém defendida tese de doutoramento de PENTEADO (1968) sobre a Geomorfologia da região de Rio Claro, QUEIROZ NETO (1969), trabalhando na região da Serra de Santana, no limite da Depressão Periférica com o Planalto Ocidental Paulista, buscou explicar a presença, lado a lado, de solos tão distintos quanto os Latossolos e os Podzólicos Vermelho amarelo. Procurou relacionar a distribuição desses solos principalmente em função da interpretação de seus materiais de origem e de suas posições nas superfícies geomórficas. Os latossolos teriam se desenvolvido em superfícies de erosão terciárias, sobre materiais retrabalhados contendo cascalheiras, concreções e couraças ferruginosas, testemunhos de longas fases de rexistasia. Os podzólicos (B texturais) apareceriam nas vertentes e em patamares embutidos quaternários. As vertentes poderiam apresentar linhas de pedra (*stone lines*) separando horizontes mais superficiais dos mais profundos, interpretadas como paleopavimentos detriticos, testemunhando fase de rexistasia recente, de acordo com a proposta de AB'SABER (1962).

Pouco mais tarde, QUEIROZ NETO (1974, 1976) sugere critérios para definir a aloctonia dos materiais de origem dos solos, pela interpretação da presença e tipo de descontinuidades com o substrato geológico. Entre os critérios destaca a presença de linhas de pedra ou cascalheiras, com ou sem concreções ferruginosas, cujas naturezas petrográficas seriam diversas das do substrato, juntamente com concreções ferruginosas; a presença de diferenças acentuadas na composição mineralógica ou nas propriedades químicas ou granulométricas de horizontes sucessivos; finalmente, a presença de horizontes enterrados, sobretudo os superficiais, mais ricos em matéria orgânica, que testemunhariam a presença de paleossolos *sensu strictu*.

O trabalho de LEPSCH *et al.* (1977) na região de Echaporã, no Planalto Ocidental Paulista, é bastante representativo dessa fase. Os autores seguem a direção proposta por DANIELS *et al.* (1971), que propunham interpretar a geometria das vertentes como uma sucessão de segmentos, cada qual apresentando solo específico, cujos recortes indicariam uma sucessão cronológica de fases de

evolução. Para testar a identidade dos materiais de origem dos solos com os substratos geológicos e a homogeneidade dos horizontes, Lepsch *et al.* utilizaram a mineralogia da fração argila, o pH em água, a saturação em bases e a relação textural entre os horizontes A e B, que indicariam também o grau de maturidade dos solos.

Ainda na década de 80, esses paradigmas permanecem, como por exemplo em VOLKOFF (1984-1985), que afirma estar a maior parte do Brasil ocupada por superfícies de erosão terciárias (pliocênicas), apresentando diversas modalidades de latossolos muito evoluídos e estáveis. Essas superfícies teriam sido desmanteladas e fragmentadas por soerguimentos e arqueamentos posteriores, restando seus melhores testemunhos no Brasil Central; ciclos de erosão pleistocênicos teriam originado uma sucessão de níveis escalonados e embutidos, com desenvolvimento de solos menos evoluídos.

É interessante observar que as hipóteses lançadas por Feuer há mais de 40 anos ainda estão presentes nas interpretações da distribuição dos solos nas paisagens brasileiras:

- haveria clara relação entre famílias de formas de relevo e solos, incluindo suas idades e cronologias;

- nas superfícies de cimeira ocorreriam formações detriticas (lateríticas, "cenozóicas" ou "neo-cenozóicas"), representando longos períodos de rexistasia;

- o principal elemento marcador de descontinuidades e antiguidades, seria a presença de materiais lateríticos que, com o tempo, passaram a ter outras designações;

- as vertentes poderiam apresentar colúvios menos espessos, assinalados pela presença freqüente de linhas de pedra, representando gêneses e evoluções quaternárias holocênicas;

- as descontinuidades litológicas entre material de origem dos solos e substrato seriam marcadas por características petrográficas, mineralógicas, físicas, químicas e físico-químicas diversas.

Como será visto adiante, com a introdução na década de 80 de novo procedimento de estudo da gênese e dinâmica dos solos, algumas dessas hipóteses serão questionadas.

3 GEOMORFOLOGIA E AS FORMAÇÕES SUPERFICIAIS

Os anos 60 foram pródigos para a Geomorfologia, com o surgimento de trabalhos que

iriam servir de modelo para a interpretação da gênese e evolução das formas de relevo no território nacional, com forte influência sobre as pesquisas pedológicas. Como mencionado anteriormente, duas direções marcarão as pesquisas: o estudo de depósitos correlativos e o mapeamento geomorfológico de detalhe.

3.1. O estudo dos depósitos correlativos

BIGARELLA, MARQUES FILHO & AB'SABER (1961) descreveram formas de relevo e depósitos de materiais rudáceos na localidade de Garuva, nas faldas da Serra do Iquererim, parte terminal da Serra do Mar entre Paraná e Santa Catarina. Seriam testemunhos de superfícies de erosão, com depósitos correlativos, do Plioceno ao final do Pleistoceno.

Em 1962, AB'SABER publica sua "Revisão dos conhecimentos sobre o horizonte subsuperficial de cascalhos inhumados do Brasil Oriental", com ampla revisão bibliográfica sobre os registros das linhas de pedras nas terras úmidas florestais brasileiras. Esse trabalho constitui uma resposta à interpretação de CAILLEUX (1959), para quem, por analogia a observações realizadas na África, esses horizontes de cascalho enterrados poderiam ser o resultado da ação de insetos (formigas, cupins), que remontariam terra de modo seletivo. Para Ab'Sáber, tratar-se-ia de paleopavimentos detriticos ou chãos pedregosos, instalados entre 13 e 18.000 anos AP (AB'SABER, 1977), em climas secos semi-áridos com vegetação rala, favorecendo a reativação da morfogênese mecânica. Os materiais coluvionares que soterram esses pavimentos teriam sido depositados na transição para climas mais úmidos posteriores, porém anteriores à expansão das florestas, a partir de posições topográficas mais elevadas.

Pouco mais tarde, o trabalho "Pediplanos, pedimentos e depósitos correlativos do Brasil", de BIGARELLA, MOUSINHO & SILVA (1965) propõe um modelo para interpretar a evolução geomorfológica do relevo, similar ao que havia sido proposto por TUAN (1959) para as Montanhas Rochosas nos Estados Unidos. Trata-se de um modelo cíclico, cujos motores principais seriam oscilações climáticas entre períodos úmidos (similares ao atual) e áridos e semi-áridos (pelo menos tão secos quanto os do Nordeste), com eventual intervenção da tectônica que, no entanto, não seria decisiva.

Segundo esse modelo, as fases úmidas seriam responsáveis pelo entalhamento da rede de

drenagem, enquanto nas fases secas ocorreriam processos de erosão com plainação lateral, formando-se superfícies de extensão variada. Os níveis de cimeira, pediplanos, corresponderiam geralmente a vastas e sucessivas superfícies de erosão terciárias, elaboradas até o final do Plioceno, em climas secos. No Quaternário, alternâncias de fases secas originariam pedimentos, superfícies de erosão escalonadas e embutidas, com depósitos correlativos sob a forma de terraços. Aos climas secos sucederiam climas úmidos, com entalhamento daqueles pedimentos pela rede de drenagem. Essa sucessão de climas áridos e úmidos corresponderia aos períodos glaciais e interglaciais pleistocênicos do hemisfério norte. TRICART (1968) torna muito clara essa oposição entre períodos de pedogênese (biostasia) e morfogênese (reexistasia) relacionada às oscilações paleoclimáticas do Brasil Tropical Atlântico. BIGARELLA *et al.* (1975) divulgaram durante o Simpósio Internacional sobre o Quaternário do Brasil de Sudeste seus estudos sobre depósitos sedimentares ao longo do litoral brasileiro: quase sempre constituem nichos que permaneceram protegidos de ações erosivas posteriores.

Na mesma ocasião, BIGARELLA & MOUSINHO (1965) propõem o estudo conjugado das rampas de colúvio com os terraços fluviais e as várzeas, buscando a interpretação dos depósitos correlativos relacionada à da evolução das formas de relevo. MOUSINHO DE MEIS (1983) reconhece, na bacia do Rio Doce, a presença de 3 gerações de rampas, prolongadas por cônes aluviais, relacionados a níveis de terraços fluviais. As descrições de campo foram acompanhadas de análises granulométricas e datações por C^{14} , permitindo caracterizar uma "condição rexiástica ou de atividade morfogenética" no final do Pleistoceno, atenuada no início do Holoceno com a instalação de um "período de biostasia ou estabilidade morfodinâmica".

Nos trabalhos realizados a seguir, na região de Bananal, o conceito de rampa de colúvio é ampliado para complexo de rampa, representado pela articulação geométrica entre a superfície e as unidades deposicionais que recobrem o substrato rochoso. MOURA *et al.* (1991) apresentam uma tipologia de complexos de rampa em Bananal, baseada principalmente na forma topográfica das cabeceiras de drenagem (*hollows* de HACK & GOODLET, 1960). Apresentam superposição de colúvios e alúvios de texturas variadas, com horizontes orgânicos enterrados e datados por C^{14} em 10.000 AP, marcando a transição Pleistoceno/

Holoceno. Nessa transição teria ocorrido grande entalhe das aloformações anteriores, e o preenchimento posterior mostra interdigitações entre materiais aluviais e colúviais, de modo bastante similar ao do vale do Rio Doce.

MODENESI-GAUTTIERI (2000) apresenta uma síntese dos resultados obtidos em cerca de 20 anos de pesquisas sobre a evolução quaternária dos altos platôs da Serra da Mantiqueira, no planalto de Campos do Jordão e no maciço do Itatiaia, com observações detalhadas de campo, análise espacial das alterações (análises mineralógicas qualitativas e quantitativas, micromorfologia de solos e rocha alterada) e datações por C^{14} de solos e depósitos orgânicos. Em Campos do Jordão o relevo é formado por "lombas", vertentes convexas recobertas por colúvios menos espessos e mais intemperizados, e por anfiteatros, com depósitos mais espessos e relativamente menos intemperizados. Os colúvios correspondem a fases de deposição de materiais por movimentos de massa, seguidas por momentos de estabilidade com pedogênese e formação de paleohorizontes A. Estes, intercalados nos colúvios, foram datados entre 37.000 e 18.000 anos AP; na base dos solos atuais, desenvolvidos sobre colúvios mais recentes, as idades são de cerca 8.600 /9.250 anos AP. No Itatiaia, colúvios menos espessos – os mais antigos com inclusões de blocos, os mais recentes com pequenos clastos angulosos –, tiveram origem em processos semelhantes mas com a interferência de fenômenos criogênicos; os mais recentes foram datados em cerca 8.000 anos AP, idade semelhante a dos depósitos turfosos das várzeas, cerca 8.400 anos AP. Apesar dos depósitos terem sido originados por movimentos de massa, a diferença de altitude (500m) e das condições ambientais entre as duas situações explicaria a variação dos processos e das características dos materiais. É interessante notar que BIGARELLA (1971) efetuou datações em paleossolos enterrados no terço inferior de vertentes, na bacia de Curitiba, encontrando idades próximas a 18.000 anos AP. A compatibilidade com algumas datações assinaladas por Modenesi-Gauttieri poderia indicar um momento generalizado de condições paleoclimáticas similares nos altos das serras do Mar e da Mantiqueira no final do Pleistoceno.

Fugindo dessa direção de pesquisas, NOVAES PINTO (1987, 1988) estudou os altos de chapadas do Brasil Central, aplicando o conceito de etchplanação, proposto por BÜDELL (1957). Para a autora, as feições geomorfológicas do alto das chapadas teriam origem em ações simultâneas

e conjugadas de processos de intemperismo químico diferencial em profundidade com processos morfoclimáticos (leia-se erosivos) em superfície. O primeiro, anterior, teria formado um etchplano iniciado no paleógeno ou no neógeno, e estaria na origem das chapadas. O segundo receberia todas as influências dos processos de esculturação, a partir daquele momento. Um dos fortes argumentos em favor dessa hipótese seria a relação existente entre a granulometria e a mineralogia dos materiais de superfície e das rochas do substrato, além das posições altimétrica e topográfica daquelas superfícies, relacionadas ao entalhe fluvial.

Os trabalhos de Novaes Pinto poderiam ter aberto novas perspectivas para o estudo dos latossolos que recobrem as chapadas do Brasil Central, se os geomorfólogos tivessem atentado, na época, para essa contribuição: na interpretação da autora, não haveria descontinuidades litológicas entre os latossolos e seus substratos rochosos, ao contrário do que se afirmava até então. Em relação à gênese dos materiais de origem desses solos, de acordo com essa proposta, a teoria da bio-rexistasia precisaria ser revista.

É importante ressaltar, mesmo assim, que os resultados das pesquisas com os depósitos correlativos aumentaram o conhecimento a respeito da morfogênese, que para os geomorfólogos corresponde sempre a ações erosivas, geralmente vinculadas a climas secos, semiáridos. Sobretudo quando amparadas em datações radiométricas de horizontes organo-minerais enterrados, permitem interpretações convincentes, apesar de ainda estarem calcadas no conceito de biostasia e rexistasia, isto é, de oposição entre pedogênese e morfogênese.

Restaria, como último grande indicador de materiais retrabalhados nas vertentes, a existência das linhas de pedra: a possibilidade de outro processo que não o erosivo-climático para explicar sua presença fora definitivamente afastada desde o início pela maioria dos geomorfólogos.

3.2. Os mapeamentos geomorfológicos de detalhe

Os mapas geomorfológicos de detalhe, até meados da década de 70, apareciam principalmente em teses de doutorado ou dissertações de mestrado.

Aplicando as propostas de Bigarella e de Ab'Sáber, PENTEADO (1968) apresenta importante tese de doutoramento sobre a Geomorfologia da região de Rio Claro. A autora inclui o estudo dos depósitos correlativos (colúvios e terraços) e

aproveita pesquisas de BJÖRNBERG (1965), que havia encontrado fortes indícios da presença de sedimentos do Plio-pleistoceno, por êle denominados Formação Rio Claro, e de MILLER (1968), que estudara sítios pré-históricos holocênicos recobertos por colúvios. A autora propõe uma evolução cíclica, a partir da escavação da bacia de Rio Claro no Oligoceno, em clima úmido. Uma fase de pediplanação (referente ao PD1 de Bigarella) forma a superfície de Urucáia, neogênica, recoberta por materiais grosseiros de quartzo e canga laterítica. No Quaternário teriam ocorrido 3 ciclos de pedimentação sob climas áridos, o mais antigo correlacionável à Formação Rio Claro, do Pleistoceno inferior, enquanto o mais recente corresponderia à formação de terraços fluviais com cascalho, terminando no limite Pleistoceno/Holoceno, contendo os primeiros vestígios de ocupação pré-histórica. Corresponderia essa última fase à formação das linhas de pedras, paleopavimentos detriticos recobertos por colúvios mais recentes.

Em seqüência a esse trabalho de Pentead, QUEIROZ NETO (1969) apresenta uma interpretação da gênese e evolução dos solos, relacionando suas características e propriedades, principalmente químicas, físico-químicas e mineralógicas, à evolução do relevo. A presença de cascalheiras, linhas de pedra, blocos de couraça nas bordas de superfícies de erosão plio-pleistocênicas fora interpretada como indicadora de descontinuidades litológicas e de superposições de materiais retrabalhados: assim, os materiais de origem dos solos seriam alóctones, desde os dos Latossolos de cimeira até os Podzólicos Vermelho amarelo das vertentes e de níveis topográficos embutidos, que apresentam, via de regra, *stone lines*. Outras teses de doutoramento e dissertações de mestrado procuraram incorporar o estudo das formações superficiais aos mapeamentos geomorfológicos, em especial a questão da aloctonia ou autoctonia em relação ao substrato geológico, envolvendo áreas bastante diversas.

Na região de Itú, MODENESI (1974) observa que os matacões e *boulders* de granito que atapetam as vertentes estão alinhados segundo direções estruturais, portanto *in situ*, significando que materiais retrabalhados poderiam ocorrer apenas entre os blocos. Na área de Campinas-Viracopos, NAKASHIMA (1973) estuda os sedimentos que haviam sido definidos como neo-cenozóicos, em especial os Latossolos húmicos. Entre as teses de doutoramento é possível destacar a de COLTRINARI (1975) na região de Guaratinguetá no vale do Paraíba, onde assinala a presença de

depressões fechadas sobre formações sedimentares silicatadas terciárias, cujo estudo seria retomado mais tarde por FILIZOLA (1994).

Em 1972, um convênio estabelecido entre Instituto e Departamento de Geografia da USP e Centre de Géomorphologie CNRS, de Caen, França, implanta um programa de mapeamento geomorfológico de detalhe, sob a coordenação geral de QUEIROZ NETO & JOURNAUX (1978 a, 1978b, 1978 c, 1978d). A originalidade do procedimento adotado é incorporar a representação das formações superficiais aos mapas geomorfológicos.

Esse programa, em grande parte experimental, incluía a transposição e adaptação de procedimentos empregados em regiões de clima temperado para nossas condições tropicais, assim como a realização de ensaios de representação cartográfica em diferentes escalas: São Pedro, no contato Depressão Periférica/Planalto Ocidental Paulista (escala 1:50.000); Vale do Parateí, no prolongamento da bacia sedimentar plio-pleistocênica do Paraíba do Sul, no Planalto Atlântico (escala 1:25.000); planalto de Marília e rio do Peixe, no Planalto Ocidental Paulista (escala 1:100.000) (QUEIROZ NETO & JOURNAUX, 1978a, 1978b, 1978c, 1978d) e o carste de Lagoa Santa, em Minas Gerais (escala 1:50.000, KÖHLER *et al.*, 1978).

Essas representações cartográficas incluem as questões levantadas por pedólogos e geomorfólogos: cronologia dos processos morfogenéticos relacionados aos eventos paleoclimáticos cenozóicos; origem das formações superficiais que recobrem extensivamente o relevo (até então cognominadas colúvios) e suas relações com os solos ; grau de alteração de solos/formações superficiais, como elemento auxiliar na definição da cronologia das superfícies geomorfológicas.

Merecem destaque especial as cartas geomorfológica e das formações superficiais do vale do Rio do Peixe em Marília. Estas cartas assinalam a presença de quatro níveis topográficos: o nível I, no topo do planalto, seria uma superfície de erosão do Terciário médio, com latossolos mais evoluídos, formados sobre materiais retrabalhados. Cerca de 20 m abaixo, na direção da borda da escarpa do platô, um nível II do Plio-pleistoceno superior apresentaria podzólicos vermelho amarelos, menos alterados, desenvolvidos sobre materiais retrabalhados que, com freqüência, apresentam camadas de cascalho ou linhas de pedra. Esses perfis de solo apresentam um horizonte A arenoso com bandas onduladas mais argilosas, interpretadas como estruturas de colúvio holocênicas ou subatuais, cuja espessura aumenta em direção ao sopé das vertentes. O limite

desses horizontes superficiais arenosos com os B é abrupto, sugerindo também uma descontinuidade. É interessante observar que QUEIROZ NETO *et al.* (1977) registraram ao longo de algumas vertentes desse platô a presença de uma sucessão de perfis: latossolos no topo, B texturais nas vertentes e solos hidromórficos arenosos nos sopés. As representações gráficas dessas vertentes, bem como o texto explicativo, assinalam a posição dos perfis verticais estudados, porém sem nenhuma tentativa de estabelecer relações entre eles.

Longo período erosivo teria ocasionado o grande entalhamento dessas superfícies cimeiras pelo rio do Peixe, com elaboração do nível III embutido, no Pleistoceno médio, com podzólicos similares aos do nível II, porém menos evoluídos, também apresentando horizonte A arenoso contendo bandas onduladas. Essa fase teria sido seguida por duas outras, já no final do período, com elaboração de terraços fluviais e das várzeas, no Holoceno. Os graus de alteração dos solos foram avaliados pela mineralogia da fração argila (cristalinidade e quantidades decrescentes de caulinita, quantidade crescente de micas e interstratificados) e, secundariamente, pelas características físico-químicas do complexo de troca.

Com a continuidade das pesquisas na região de Marília, na década seguinte, a partir de novo procedimento, foi possível esclarecer dúvidas remanescentes, sobretudo a respeito da interpretação dos materiais originais dos solos e de suas relações com a evolução do relevo. Os resultados dessas pesquisas serão relatados no capítulo seguinte.

Nesse período foram apresentadas algumas dissertações de mestrado, empregando procedimento similar ao mencionado acima, como a de BARROS DE AGUIAR (1976), sobre a área de contato do Planalto Atlântico com a Depressão Periférica na região próxima a Sorocaba, que mostra a importância das estruturas geológicas na determinação das macro-formas do relevo e das características petrográficas marcando as formações superficiais. SCATOLINI WATANABE (1979) estuda as formações superficiais na borda norte da bacia de São Paulo, indicando a grande semelhança entre certas características das formações superficiais e a alteração das rochas. Enfim, DIAS FERREIRA (1979) mapeia a região de Bofete-Pardinho, no contato entre a Depressão Periférica e o Planalto Ocidental paulista, encontrando também relação entre as alterações do substrato geológico e características dos solos que as recobrem.

Os mapeamentos geomorfológicos e de

formações superficiais realizados nesse período constituíram adaptações das legendas empregadas pelo Centre de Géomorphologie CNRS às condições tropicais úmidas, porém enquadradas no modelo Bigarella-Ab'Sáber: diferentes níveis topográficos poderiam corresponder a superfícies de erosão elaboradas desde o Plioceno, por oscilações paleoclimáticas entre o semi-árido e o úmido. Aplicava-se integralmente a teoria da bio-rexistasia.

No entanto algumas dúvidas permaneceram, principalmente no que diz respeito à interpretação dos materiais que recobrem as vertentes. Essas dúvidas permitiram a QUEIROZ NETO (1983) assinalar na apresentação dos sistemas de representação empregados nas cartas geomorfológicas que "um certo número de formas e formações superficiais foram interpretadas com cautela, em virtude das dificuldades em definir os sistemas morfogenéticos responsáveis"; mais adiante: "A interpretação morfogenética (dos colúvios) ainda não está bem definida".

A etapa seguinte dos estudos sobre as formações superficiais responde algumas dessas questões.

4 A NOVA CONTRIBUIÇÃO DA PEDOLOGIA AO ESTUDO DAS FORMAÇÕES SUPERFICIAIS

Na década de 70, pedólogos franceses trabalhando na África e na Guiana Francesa propuseram um novo procedimento de estudo dos solos, a análise estrutural da cobertura pedológica (BOCQUIER, 1973; BOULET, 1978, BOULET *et al.*, 1984), introduzida no Brasil logo a seguir (QUEIROZ NETO *et al.*, 1981; LUCAS *et al.*, 1984; RUELLAN *et al.*, 1984/1985, QUEIROZ NETO, 1988).

Esse procedimento busca observar o solo não mais a partir de perfis isolados, mas como um meio contínuo, organizado e estruturado ao longo das vertentes. Isso permitiu rever e corrigir interpretações anteriores a respeito da autoctonia e/ou aloctonia dos materiais de origem dos solos, da gênese e evolução de seus horizontes, incluindo as questões das bandas onduladas e do papel dos insetos na origem das linhas de pedra. Permitiu ainda redefinir o significado das diferenciações pedológicas ao longo das vertentes, além de verificar a importância da erosão geoquímica na evolução do relevo; finalmente, permitiu avaliar o significado da presença das couraças e concreções ferruginosas na alteração das rochas e formação dos solos. As pesquisas envolveram observações minuciosas de campo, determinações clássicas das propriedades

físicas, químicas e mineralógicas, análises micromorfológicas em lâminas delgadas, observações em microscopia eletrônica e microsonda; além disso, em alguns casos foram realizados ensaios de campo e laboratório para caracterizar a dinâmica hídrica das coberturas pedológicas.

A região de Marília foi o primeiro palco da aplicação do novo procedimento, tendo sido estudada com detalhe a questão da autoctonia/aloctonia dos materiais de origem dos solos. Nas colinas que recobrem o topo do platô, originadas diretamente dos arenitos carbonáticos da Formação Marília, observou-se que as coberturas pedológicas recobrem extensivamente as vertentes, desde o topo até a base. A sucessão de perfis diferenciados, tal como sugerida anteriormente por QUEIROZ NETO *et al.* (1977), é consequência da atuação simultânea de alguns sistemas de transformação (QUEIROZ NETO *et al.*, 1981; FERNANDES BARROS, 1985; CASTRO, 1990; MANFREDINI & QUEIROZ NETO, 1993).

Na quase totalidade das vertentes, é possível observar a alteração do substrato rochoso, inicialmente por descarbonatação, e sua passagem progressiva para um horizonte pedológico microagregado, que pode alcançar mais de 5 metros de espessura e corresponde a um horizonte B latossólico. As facies conglomeráticas alteram-se também por descarbonatação e eliminação progressiva da matriz mais fina, ocasionando o adensamento dos seixos, que passam a apresentar aspecto de cascalheira.

No topo das colinas, os latossolos são muito homogêneos na coloração, textura areno-argilosa e estrutura microagregada, que lhes confere elevada macroporosidade. No início da vertente observam-se os principais indícios dos sistemas de transformação: a estrutura microagregada começa a transformar-se em estrutura poliédrica, com drástica diminuição da macroporosidade, originando o horizonte B textural que dominará a vertente até quase a base. Ao mesmo tempo, o horizonte A perde argila, tornando-se progressivamente arenoso, com aumento da macroporosidade e aparecimento de bandas onduladas. As bandas onduladas haviam sido assinaladas pela Comissão de Solos que, em 1960, publicara o primeiro levantamento de solos do Estado de São Paulo (BRASIL, 1960).

A grande diminuição da macroporosidade do horizonte A para o B dificulta a circulação hídrica vertical na estação chuvosa, ocasiona a saturação no limite entre os dois horizontes: forma-se um ambiente redutor, que favorece a mobilização do ferro

e da argilas, o primeiro sendo praticamente eliminado e estas em parte sofrendo processos limitados de iluviação e em parte sendo destruídas. Desse modo, o horizonte A torna-se arenoso, com teores de argila que raramente atingem 5%, enquanto os B texturais apresentam até 30%.

Nesses horizontes arenosos superficiais esbranquiçados ocorrem bandas onduladas, avermelhadas, mais argilosas, de espessura centimétrica, alongando-se por alguns metros no sentido do maior declive. Nascem no topo do horizonte B, são de origem pedológica e correspondem a relíquias desse horizonte: testemunham sucessivas frentes de transformação vertical/lateral do topo do horizonte B em horizonte A, pelos processos hidromórficos citados acima.

Finalmente, na base das vertentes observa-se a transformação dos horizontes areno-argilosos B texturais em materiais arenosos acinzentados pela eliminação, nesse meio fortemente redutor, do ferro e da argila.

Esses sistemas são solidários e atuam ao mesmo tempo: as transformações dos horizontes são remontantes ao longo das vertentes; além disso, são sistemas que evoluem por autodesenvolvimento uma vez desencadeados. Ao contrário do que se supunha anteriormente, são coberturas pedológicas autóctones derivadas da alteração do substrato geológico, e cujas diferenciações laterais e verticais correspondem a processos de evolução dos solos e não a retrabalhamentos sucessivos.

PELLERIN & QUEIROZ NETO (1992), a partir desses resultados, distinguiram dois tipos de coberturas pedológicas imperantes no alto vale do rio do Peixe, relacionadas aos sistemas de relevo de colinas amplas e de colinas médias propostos pelo IPT (1981). Nos sistemas de colinas amplas, os topos são extensos e as vertentes longas, com baixa declividade: as coberturas latossólicas microagregadas estão em equilíbrio dinâmico, são exclusivas até o sopé das vertentes onde se transformam em areias hidromórficas. Nas colinas médias as vertentes são mais curtas e mais convexas, com maiores declividades, estando presentes coberturas pedológicas com sistemas de transformação dos horizontes B latossólicos para horizontes B texturais.

Em Bauru, sistemas análogos foram estudados por SALOMÃO (1994) e SANTOS (1995, 2000), com resultados similares. O primeiro procurou caracterizar o comportamento hidrológico dessas coberturas pedológicas, determinante no desencadeamento dos intensos processos erosivos que ocorrem na região. O segundo abordou com

bastante detalhe a gênese e evolução dos solos.

Alguns trabalhos mostram que o papel da geoquímica na evolução do relevo é fundamental, desde o início. Provoca perdas de matéria sobretudo em duas posições: na passagem da rocha para o solo e nas transformações laterais deste, ao longo das vertentes, para materiais arenosos, tanto em superfície quanto na base das colinas. As perdas generalizadas na alteração das rochas são no entanto mais acentuadas, acompanhando os lineamentos estruturais, como mostraram as pesquisas de LIMA (1996), FELTRAN FILHO (1997) e QUEIROZ NETO *et al.* (1998) na região de Uberlândia, formando veredas por onde instalar-se-á, posteriormente, a rede de drenagem. De forma geral, irão provocar rebaixamentos da superfície de jusante para montante ao longo da drenagem (QUEIROZ NETO, 1993), acarretando o aparecimento de níveis topograficamente mais baixos. Dessa forma, o nível II da carta geomorfológica de Marília teria tido origem pedogenética e não erosiva, como se pensara em 1978. LUCAS *et al.* (1984) assinalaram, em Manaus, perdas de argila mais radicais e uma evolução do relevo análoga.

As pesquisas efetuadas nas chapadas da região de Uberlândia, citadas acima, sobre substrato geológico similar, registraram ainda que a evolução do relevo teve origem na formação de depressões fechadas do topo das colinas. Em Santa Catarina, sob condições ambientais bem diversas das do Triângulo Mineiro, sobre migmatitos do vale do ribeirão Inferninho, na fachada Atlântica da Serra do Mar, BELTRAME (1997) assinala no topo das colinas a presença de depressões fechadas de origem geoquímica como importante fator de evolução do relevo.

Na bacia de Taubaté, sobre rochas sedimentares silicatadas, a presença de depressões fechadas nas partes altas do relevo já havia sido observada por COLTRINARI (1975), como mencionado anteriormente. FILIZOLA & BOULET (1993) e FILIZOLA (1994) retomaram seu estudo, assinalando que, sobre as formas suaves do relevo recobertas extensivamente por latossolos, essas depressões fechadas estão alinhadas, o que aponta para uma influência estrutural e relaciona sua gênese com a ocorrência de falhas e fraturas. Aqueles autores observaram que, em direção ao centro das depressões, há uma passagem gradual dos solos mais avermelhados, para cores mais amareladas. Próximo ao fundo destas aparecem horizontes orgânicos enterrados, passando à turfa na parte mais central. Dados com C^{14} entre 12 e 17.000 anos AP, esses horizontes orgânicos assentam sobre o

substrato alterado e estão ligeiramente deformados e recobertos por material de origem coluvial, de pequena espessura. As deformações são originadas por erosão geoquímica, mais intensa no fundo das depressões. Relacionadas à idade dos horizontes orgânicos, indicaram um abatimento geoquímico da ordem de 12 a 23 cm/1.000 anos.

O uso da análise estrutural da cobertura pedológica em Botucatu permitiu a MIKLOS (1992) caracterizar a ação dos insetos (formigas e cupins) na organização das estruturas dos solos, sobretudo na formação de microagregados, de horizontes organo-minerais de profundidade (sômbricos) e de linhas de pedra. Em vertentes que apresentam arenitos do Grupo Bauru sobre basaltos, as coberturas pedológicas são contínuas: no alto ocorrem inicialmente Latossolos Vermelho amarelos areno-argilosos com estrutura microagregada, ao passo que sobre o basalto ocorrem inicialmente Latossolos Roxo argilosos, também com estrutura microagregada, passando, a jusante, para solos com estrutura poliédrica subangular (Terras Roxas Estruturadas). Nessa pesquisa, Miklos empregou técnicas finas de laboratório (microscopia ótica, microsonda, microscopia eletrônica) e indicou que três processos simultâneos seriam responsáveis pela gênese dos microagregados:

- alteração da rocha, tanto dos arenitos quanto do basalto;
- nos solos mais argilosos, transformação da estrutura poliédrica em microagregada por fissuração e ação biológica (insetos);
- remonte biológico de pequenos agregados fabricados por insetos (cupins e formigas), provocando o soterramento de horizontes superficiais organo-minerais, origem dos horizontes sômbricos de profundidade, e a formação das linhas de pedra.

Datações efetuadas em carvões enterrados, em alinhamento concordante com o dos horizontes sômbricos, permitiram avaliar a importância do trabalho de triagem e remonte de material por formigas e cupins, cerca de 12.000 toneladas em 4.400 anos ou 2,7 toneladas por ano.

Enfim, a análise estrutural da cobertura pedológica foi aplicada ao estudo da gênese de couraças ferruginosas pisolíticas a partir da alteração de basaltos e de suas relações com os latossolos roxo que as recobrem na região de Guaira, no norte do estado de São Paulo (LADEIRA, 1995, KERTZMAN, 1996). Em relevo muito suave, as couraças lateríticas situadas entre a alteração do basalto e o solo, afloram no sopé de vertentes levemente convexas. A zona de alteração do basalto

apresenta material muito argiloso, cinza, indicando hidromorfia intensa causada pela presença do lençol freático. Nessa posição, em meio redutor, a couraça estaria em desequilíbrio. Na parte superior da couraça, a eliminação do cimento libera os pisólitos (glébulas); estes, por sua vez, alteram-se progressivamente, a maior parte desaparecendo em direção ao topo dos perfis de solo. As observações micromorfológicas mostraram que as assembléias de base dos latossolos são homogêneas até grande profundidade, com a presença de glébulas (pisólitos) em toda sua espessura, testemunhos reliquiais das couraças ferruginosas. Tratar-se-ia de processos de acumulação relativa de ferro desde a alteração do basalto, e não absoluta, como com frequência são interpretadas as couraças.

Desse modo, as couraças aparecem como um dos materiais de origem dos Latossolos Vermelho escuros, os pisólitos no seu interior sendo um dos principais testemunhos do processo. Apesar dessas indicações, LADEIRA (1995) não descarta a possibilidade de formação das estruturas microagregadas diretamente da alteroplasmação e pedoplasmação do basalto.

Também na alteração de arenitos da Formação Marília, no Triângulo Mineiro, LIMA (1996) e QUEIROZ NETO (2000) observaram a presença de pequenas couraças e/ou níveis concrecionários, como uma etapa na formação de solos.

Vale a pena ressaltar que esses exemplos não são exclusivos, tanto aqui no Brasil como em outras condições tropicais. O emprego do procedimento da análise estrutural da cobertura pedológica mostrou que:

- a formação dos solos e as transformações laterais, sobretudo horizonte por horizonte, ao longo das vertentes, são processos contínuos;

- a alteração das rochas, a formação dos solos e suas transformações acarretam perdas de matéria, muitas vezes responsáveis pela gênese de formas de relevo;

- a presença de linhas de pedra e de horizontes escurecidos em profundidade nem sempre caracteriza descontinuidades litológicas e superposições de materiais;

- a formação e a destruição das couraças e níveis concrecionários podem ser não apenas processos atuais, mas também processos contínuos no tempo e no espaço.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta síntese sobre a evolução das pesqui-

sas e dos conhecimentos a respeito das formações superficiais no Brasil foi possível mostrar a contribuição de geomorfólogos, geólogos e pedólogos. Houve claro predomínio de paradigmas oriundos da Geomorfologia, aceitos inclusive por pedólogos que procuravam caracterizar o material de origem dos solos. Alguns critérios, como foi visto, surgiram nos anos 50 e início dos 60 guiando as interpretações da autoctonia ou aloctonia das formações superficiais: presença de cascalheiras e/ou couraças ferruginosas e/ou camadas de concreções ferruginosas; presença de linhas de pedra (*stone-lines*) acompanhando a forma das vertentes; horizontes enterrados escurecidos por matéria orgânica; estabelecimento de cronologias de alteração utilizando as propriedades e características dos solos.

Tais critérios serviram para reforçar o modelo teórico que presidia as interpretações geomorfológicas. Esse modelo, como visto, baseava-se, na presença de sucessivos níveis topográficos, desde os de cimeira até as planícies aluviais, interpretados como testemunhos de evolução cíclica do relevo. Para sua interpretação e das "formações superficiais e solos correlativos", aplicou-se a teoria da bio-rexistasia, distinguindo os períodos de climas secos (rexistasia) e úmidos (biostasia). Nesse modelo haveria oposição entre pedogênese e morfogênese, isto é, entre formação dos solos e erosão, onde apenas a erosão seria responsável pela elaboração do relevo. No entanto, convém lembrar, traz embutida uma questão de difícil solução: prevê uma fase de erosão fluvial extremamente ativa, que entalharia aquelas superfícies aplainadas formando vertentes, e que não parece se enquadrar nem na fase rexistásica nem na biostásica; atribui o entalhamento à passagem de uma fase para a outra.

Como visto anteriormente, a introdução entre nós dos procedimentos da análise estrutural da cobertura pedológica a partir dos anos 80 permitiu rever, em primeiro lugar, os critérios para a melhor definição da natureza das formações superficiais como material de origem dos solos, distinguindo os alóctones e autóctones, e, também, o importante papel dos processos geoquímicos e pedogenéticos na elaboração do relevo.

Quanto à origem das formações superficiais, não se pode interpretar indiscriminadamente as couraças, linhas de seixos e/ou concreções ferruginosas, diferenças de textura, coloração e estrutura entre horizontes pedológicos, variações mineralógicas da fração argila, propriedades físico-químicas, horizontes organo-minerais enterrados,

como indícios de descontinuidades litológicas ou de superposição de materiais. Pela exposição feita, nota-se que podem separar colúvios superpostos, neste caso indicando a aloctonia dos materiais; porém, provavelmente em grande parte das posições cimeiras e de vertente há total identidade entre os materiais de superfície e o substrato geológico, o que indicaria alteração *in situ* e, portanto, formações superficiais autóctones.

Apesar da Pedologia ter sempre incluído o relevo como um dos fatores de formação dos solos, só recentemente foi possível perceber a importância da circulação hídrica lateral na redistribuição de elementos no interior dos perfis de solo ao longo das vertentes. Esse é um dos fatores determinantes da frequência com que ocorrem as transformações das organizações pedológicas ao longo das vertentes, permitindo a compreensão de sucessões de perfis de solo que, de outra forma, pareciam incompatíveis. Hoje sabe-se que a sucessão de perfis de solo nas vertentes corresponde via de regra, a sucessões de estruturas e organizações, resultantes de processos de transformação. Estes são desencadeados a partir de mudanças das condições ambientais (de caráter climático, tectônico, etc.) e uma vez iniciados, evoluem por autodesenvolvimento, de modo remontante ao longo das vertentes, isto é, da base para o topo.

As transformações se dão com perda de matéria, que tem início desde os processos de alteração das rochas pelo intemperismo. Esta alteração é mais intensa nos locais de fraqueza estrutural, fraturas, diáclases e falhas, caminhos preferenciais de passagem das soluções que provocarão perdas geoquímicas mais localizadas e direcionadas. Ocorrem em profundidade, mas provocarão deformações nos materiais de recobrimento/formações superficiais/solos, com abatimentos localizados e direcionados por onde, posteriormente, instalar-se-á a futura rede de drenagem.

Formas de relevo como depressões fechadas, vales tipo vereda, níveis e ombreiras nas vertentes embutidos ao longo dos vales, diferenciações entre perfis de solo ao longo das vertentes ou em níveis topográficos sucessivos, não podem ser tomados indistintamente como testemunhos de fases ou ciclos climáticos diversos: podem representar apenas momentos de um processo contínuo no tempo e no espaço que, evoluindo, irá provocar o rebaixamento geral do relevo.

Talvez a principal lição de tudo isso seja a de mostrar que não é mais possível interpretar a gênese

e evolução do relevo apenas como o resultado de uma fictícia oposição, com alternâncias de atuação, entre processos pedogenéticos e morfogenéticos, dando a estes o papel fundamental: essa oposição não ocorre, já que a erosão geoquímica e a pedogênese podem ser fatores determinantes e iniciais da modelagem de grande parte do relevo das regiões tropicais úmidas, agindo previamente ou, no mínimo, ao mesmo tempo que a morfogênese.

6 BIBLIOGRAFIA

- AB'SÁBER, A.N. 1962. Revisão do conhecimento sobre o horizonte superficial de cascalhos inhumados do Brasil Oriental. Univ.Fed.Pr., Geogr. Fís. bol. 2:1-32.
- _____. 1977. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul por ocasião dos períodos glaciais quaternários. USP, IGEOG, Paleoclimas 3.
- BARROS DE AGUIAR, M. 1976. O relevo e a estrutura na região de Dona Catarina. USP, Dep.Geogr., dissertação mestrado, 104 p.
- BELTRAME, A.V. 1997. Estudo das propriedades físicas do solo visando conhecer seu funcionamento hídrico. USP, Dep. Geogr., tese doutoramento, 151 p., mapas
- BIGARELLA, J.J. 1971. Variações climáticas no Quaternário Superior do Brasil e suas datações radiométricas pelo método do Carbono 14. USP, IGEOG, Paleoclimas 1, 22 p.
- _____; MARQUES FILHO; AB'SÁBER, A.N. 1961. Ocorrências de pedimentos remanescentes nas fraldas da Serra do Iquererim (Garuva, SC). Bol.Paran. Geogr. 4/5:71- 81.
- _____; MOUSINHO, M.R. 1965. Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvio e várzeas. Bol. Paran. Geogr. 16/ 17:153-197.
- _____; _____. SILVA, J.X. 1965. Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. Bol.Paran. Geogr. 16/17:117-151.
- BELCHER & ASSOCIATES. 1956. Relatório técnico sobre a nova capital da República. Min. Int., DASP, Serv. Doc. 291 p.
- BENNEMA, J.; CAMARGO, M.N.; WRIGHT, A.C.S. 1962. Regional contrasts in South American soil formation, in relation to soil classification and soil fertility. Int. Soil Conf. New Zealand,

- Trans. Comm. IV-V:2-15.
- BJÖRNBERG, A.J.S. 1965. Sedimentos pós-cretáceos do leste do estado de São Paulo. USP, Esc. Eng. S. Carlos, tese livre-docência, 133 p.
- BOCQUIER, G. 1973. Génèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad: interprétation biogéodynamique. ORSTOM, Mém. 62, 351 p.
- BOULET, R. 1978. Toposéquences de sols tropicaux en Haute Volta. Équilibres et déséquilibres pédobioclimatiques. ORSTOM, Mém. 85, 282 p.
- _____; CHAUVEL, A.; LUCAS, Y. 1984. Les systèmes de transformation en Pédologie. Paris, A.F.E.S., Livre Jubilaire du Cinquantenaire, 167-179.
- BRASIL. 1960. Levantamento de reconhecimento dos solos do estado de São Paulo. Min.Agric., CNEPA, Comissão de Solos bol. 12, 634 p., mapa
- _____. 1962. Levantamento de reconhecimento dos solos da região sob influência do reservatório de Furnas. Min. Agr., CNEPA, Comissão de Solos, bol. 13, 462 p., mapa.
- BRAUN, E.G. 1961. Observações sobre a erosão dos solos em Brasília. Rev. Bras. Geogr. 23(1):217-234.
- BÜDEL J. 1957. Die "Dopelten Einebnungsflächen" in den feuchten Tropen. - Zeitschrift für Geom.N.F. 1:201-228.
- CAILLEUX, A. 1959. La ligne de cailloutis à la base des sols jaunes. Zeitschrift für Geom., Band I, p. 312
- CARVALHO, A. 1976. Solos da região de Marília - relações entre a pedogênese e a evolução do relevo. USP, Dep. Geogr., tese de doutoramento, 163 p.
- _____; MELFI, A.; BITTENCOURT, I.; QUEIROZ NETO, J.P.; NAKASHIMA, P. 1969. Sedimentos néo-cenozóicos da área de Campinas, est. S. Paulo. XXI Congr. Bras. Geol., Anais:58-70.
- CASTRO, S.S. 1990. Sistemas de transformação pedológica em Marília: B latossólicos e B texturais. USP, Dep. Geogr. tese de doutoramento, 274 p.
- COLTRINARI, L. 1975. Contribuição à Geomorfologia da região de Guaratinguetá e Aparecida. USP, IGEOG, sér. Teses e Monogr. 156 p.
- COUTARD, J.P.; KÖHLER, H.C.; JOURNAUX, A. 1978. Carta do Carst - région de Pedro Leopoldo-Lagoa Santa, Minas Gerais, esc. 1:50.000. Univ. de Caen & Centre de Géomorphologie CNRS, (acompanha texto).
- DANIELS, R.B.; GAMBLE, E.E.; CADY, J.G. 1971. The relation between Geomorphology and soil morphology and genesis. Adv. in Agron. 23:51-87.
- DEWOLF, Y. 1983. Proposition pour une définition, une typologie et une cartographie des formations superficielles. USP, Dep. Geogr., Col. Est. Cart. Form. Sup. e Aplic. rég. trop., vol. 1:433-445.
- DÍAS FERREIRA, R.P. 1979. Geomorfologia da região da Serra do Limoeiro, SP. USP, Dep. Geogr., 152 p., mapas, tabelas, fig.
- ERHART, H. 1956. La génèse des sols en tant que phénomène géologique. Paris, Masson ed., 90 p.
- FELTRAN FILHO, A. 1997. A estruturação das paisagens nas chapadas do oeste mineiro. USP, Dep. Geogr., tese de doutoramento, 251 p.
- FERNANDES BARROS, O.N. 1985. Análise estrutural e cartografia detalhada de solos em Marília, SP: ensaio metodológico. USP, Dep. Geogr., dissertação de mestrado, 146 p.
- FILIZOLA, H. 1994. O papel da erosão geoquímica na evolução do modelado da bacia de Taubaté, SP, Brasil. USP, Dep. Geogr., 168 p., mapas. fig.
- _____; BOULET, R. 1993. Une évaluation de la vitesse de l'érosion géochimique à partir de l'étude des dépressions fermées sur roches sédimentaires quartzo-kaolinitiques au Brésil. C.R. Acad. Sci., 316:693-700.
- HACK, J.T.; GOODLET, J.C. 1960. Geomorphology and forest ecology of a mountain region in the central Appalachians. Denver, U.S. Geol. Survey, Prof. Pap. 347, 66 p.
- IPT. 1981. Mapa geomorfológico do estado de São Paulo (escala 1:1.000.000). São Paulo, Inst. Pesq. Tecnol. Est. S. Paulo, Div. Minas e Geol. Aplic., Monogr. 5, 126p., 1 mapa.
- KERTZMAN, F.F. 1989. Modifications de la structure et des propriétés physiques des couches superficielles d'un Latossolo Roxo de Guaira (São Paulo, Brésil), soumis à une irrigation par aspersion.. Paris, Univ. Paris

- VI, D.E.A., 48 p.
- _____. 1996. Modificações na estrutura e no comportamento de um Latossolo Roxo provocado pela compactação. USP, Dep. Geogr., tese de doutoramento, 153 p.
- KOHLER, H.C.; CANÇADO, A.M.; GOMES, E.; MACIEIRA, F.L.; NASCIMENTO N. 1978a. Carte du carst. Caen, Univ. de Caen & Centre de Géomorph.CNRS, Lab. Anal. Cart. Format. Sup.
- _____; COUTARD, J.P.; QUEIROZ NETO. 1978b. Excusão à região cárstica do norte de Belo Horizonte, MG. São Paulo, Inst. Geogr., Colóquio Interdisc. Franco Brasil. Sobre Form. Superf., Guia das Excursões, 2:28-42.
- LADEIRA, F.S.B. 1995. Estudo micromorfológico de um Latossolos Roxo no Município de Guaira, SP. USP, Dep. Geogr., dissertação de mestrado, 93 p.
- LEPSCH, I. F.; BUOL, S.W.; DANIELS, R.B. 1977. Soil-landscape relationships in the Occidental Plateau of São Paulo State, Brazil. I. Geomorphic surfaces and soil mapping units. Soil Sci. Amer. Proc. 41:104-109; II. Soil Morphology, genesis and classification. Soil. Sci, Amer. Proc. 41:109-115.
- LIMA, S.C. 1996. As veredas do ribeirão Panga no Triângulo Mineiro e a evolução da paisagem. USP, Dep. Geogr., tese de doutoramento, 260 p.
- LUCAS, Y.; CHAUVEL, A.; BOULET, R.; RANZANI, G.; SCATOLINI, F. 1984. Transição Latossolos-Podzóis sobre Formação Barreiras na região de Manaus. Rev. Bras. Ci. Solo 8:325-335.
- MANFREDINI, S.; QUEIROZ NETO, J.P. 1993. Comportamento hídrico de sistemas de transformação lateral B latossólico/B textural em Marília. Congr. Brasil. Ci. Solo, Goiânia (resumo).
- MIKLOS, A.A.W. 1992. Biodynamique d'une couverture pédologique dans la région de Botucatu (Brésil, SP). Univ. Paris VI, tese de doutoramento, 247 p., figs., fotos.
- MILLER, T.O. 1968. Duas fases paleoíndigenas da bacia de Rio Claro, estado de São Paulo - um estudo em metodologia. Rio Claro, Fac. Fil. Ci. Let., tese de doutoramento.
- MODENESI, M. C. 1974. Contribuição à geomorfologia da região de Itu-Salto: estudo de formações superficiais. São Paulo, Universidade, Instituto de Geografia. 99 p. (série Teses e Monografias, 10).
- MODENESI-GAUTTIERI, M.C. 2000. Hillslope deposits and the Quaternary evolution of the altos campos - Serra da Mantiqueira, from Campos do Jordão to the Itatiaia Massif. 31st International Geological Congress, Rio de Janeiro, Brasil. Rev. Bras. Geoc. 30 (3):504-510.
- MOURA, J.R.S.; PEIXOTO, M.N.O.; SILVA, T.M. 1991. Geomorfologia do relevo e estratigrafia do Quaternário como base à tipologia de cabeceiras de drenagem em anfiteatro - médio vale do Paraíba do Sul. Rev. Bras. Geoc. 21(3):255-265.
- MOUSINHO DE MEIS, M.R.M. 1983. Considerations preliminaires à propos du Quaternaire Supérieur dans la moyenne vallée du Rio Doce. USP, Fac. Fil. Let. Ci. Hum., Dep. Geogr., Anais Col. "Estudo e Cart. de Form. Sup. e suas aplic. em reg. Trop. Úmidas", 1:87-98.
- NAKASHIMA, P. 1973. Estudo das formações superficiais da área de Campinas-Viracopos, SP. USP, Dep. Geogr., dissertação de mestrado.
- NOVAIS PINTO, M. 1987. Superfícies de aplainamento do Distrito Federal. Rev. Brasil. Geogr. 49(2):9-26.
- _____. 1988. Aplainamento nos trópicos - uma revisão conceitual. Rio Claro, Geogr. 13 (26):119-129.
- PELLERIN, J.; QUEIROZ NETO, J.P. 1992. Relations entre la distribution des sols, les formes et l'évolution géomorphologique du relief dans la haute vallée du Rio do Peixe (Etat de São Paulo, Brésil). Sci. Sol 30(3):133-147.
- PENTEADO, M. M. 1968. Geomorfologia do setor centro ocidental da Depressão Periférica Paulista. Rio Claro, Fac. Fil. Ci. Let., tese de doutoramento 160 p.
- QUEIROZ NETO, J.P. 1969. Interpretação dos solos da Serra de Santana para fins de classificação. USP, ESALQ, tese de doutoramento, 123 p.
- _____. 1974. Proposição de uma tipologia dos materiais de orgiem dos solos do Brasil de Sudeste. Campinas, Not. Geomorf. 14(27/28)77-94.
- _____. 1976. Solos e paleossolos do estado de São Paulo e suas interpretações paleo-geográficas. XXVII Congr. Bras. Geol., Anais 3:173-182.

- _____. 1983. Sistemas de representação cartográfica empregados nas regiões do Parateí, São Pedro e Marília. S. Paulo, USP, FFLCH, Dep. Geogr., Col. Est. E Cart. De Form. Sup. e suas Aplic. Reg. Trop., vol. I, Comunic. e Debates, 23-36.
- _____. 1988. Análise estrutural da cobertura pedológica no Brasil de Sudeste. Campinas, 25o Congr. Bras. Ci. Solo, Anais:414-429.
- _____. 1993. Pedogênese e evolução das formas de relevo no Planalto Ocidental Paulista: o exemplo da região de Marília. S. Paulo, USP, FFLCH, Dep. Geogr., Vº Simp. Geogr. Fís. Aplic., Anais:505-510.
- _____. 2000. Novas leituras sobre a origem dos solos de cerrado e do relevo. S. Paulo, USP, Rev. Dep. Geogr. (no prelo).
- _____; JOURNAUX A. (coords.). 1978a. Carta do modelado e das formações superficiais do vale do rio Parateí. US P, IGEOG, Sedim. e Pedol. 9, 34 p., mapa 1:25.000.
- _____; _____ (coords.). 1978b. Carta geomorfológica do vale do rio do Peixe em Marília, SP. USP, IGEOG, Sedim. e Pedol. 10, 21 p., mapa 1:100.000.
- _____; _____ (coords.). 1978c. Carta das formações superficiais do vale do rio do Peixe em Marília, SP. USP, IGEOG, Sedim. e Pedol. 11, 18 p., mapa 1:100.000.
- _____; _____ (coords.). 1978d. Carta geomorfológica de São Pedro, SP. USP, IGEOG, Sedim. e Pedol. 12, 33 p., mapa 1:50.000.
- _____; FELTRAN FILHO, A.; SCHNEIDER, M.O. 1998. L'évolution de la couverture pédologique et du relief sur les plateaux de l'ouest de l'état de Minas Gerais (Brésil). 16º World Congress of Soil Sci. Montpellier, Proceedings, 10 p. (CD ROM).
- _____; JOURNAUX, A.; PELLERIN, J.; CARVALHO, A. 1977. Formações superficiais da região de Marília. USP, IGEOG, Sedim. e Pedol. 8, 39 p.
- _____; CASTRO, S.S.; FERNANDES BARROS, O.N.; MANFREDINI, S.; PELLERIN, J.; TOLEDO, G.S. 1981. Um estudo de dinâmica de solos: formação e transformação de perfis com horizonte B textural. Salvador, XXV Congr. Bras. Ci. Solo, (resumo).
- _____; RUELLAN, A.; QUEIROZ NETO, J.P.; PELLERIN, J. 1984/1985. Analyse structurale de la couverture pédologique: une expérience d'enseignement et de recherches au Brésil. Cah. ORSTOM, sér. Pédol. XXI(4):253-256.
- _____; RUHE, R.V. 1956. Geomorphic surfaces and nature of soils. Soil Sci. 82:441-455.
- _____. 1960. Elements of soil landscape. Madison, 7th. Int. Congr. Soil Sci. IV:165-170.
- _____; SALOMÃO, F.X.T. 1994. Processos erosivos lineares em Bauru (SP): regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural. S. Paulo, USP, FFLCH, Dep. Geogr., tese doutoramento, 200 p.
- _____; SANTOS, L.J.C. 1995. Macro e micromorfologia da toposseqüência da Pousada da Esperança em Bauru, SP: subsídio para a compreensão da gênese, evolução e comportamento atual dos solos. S. Paulo, USP, FFLCH, Dep. Geogr., dissertação de mestrado.
- _____. 2000. Pedogênese no topo do planalto de Bauru (SP): o caso da bacia do córrego da Ponte Preta. São Paulo, USP, Dept. Geografia, tese de doutoramento.
- _____; SCATOLINI WATANABE, A. 1979. Um estudo geomorfológico na borda norte da bacia de São Paulo - Pirituba. USP, Dep. Geogr., dissertação mestrado, 129 p., mapas.
- _____; TRICART, J. 1968. As relações entre a morfogênese e a pedogênese. (tradução de A. Christofoletti) Campinas, Not. Geomorf. 8:5-18.
- _____; TUAN, I.F. 1959. Pediments in southeastern Arizona. Los Angeles, Univ. Calif. Geogr. 13, 140 p. 11 pranchas.
- _____; VOLKOFF, B. 1984/1985. Organisations régionales de la couverture pédologique du Brésil. Chronologie des différentiations. Cah. ORSTOM, sér. Pédol. XXI(4):225-236.

Endereço do autor:

José Pereira de Queiroz Neto - Laboratório de Pedologia/Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, Cx. Postal 2530, CEP: 01060-970 - São Paulo, SP. E-mail: laboped@edu.usp.br