

## CONSIDERAÇÕES SOBRE AS RELAÇÕES ENTRE SOLOS E RELEVO NA MANTIQUEIRA NORTE OCIDENTAL\*

*José Pereira de Queiroz Neto\*\**

*Carlos Roberto Espíndola \*\*\**

*Hélcio Rocha Galhego \*\*\**

### INTRODUÇÃO

Solos com horizonte B latossólico e com horizonte B textural, como definidos pela Comissão de Solos (1960), ocupam extensas áreas que perfazem, no Estado de São Paulo, cerca de 90% (QUEIROZ NETO, 1970). São solos bastante evoluídos e ocorrem, via de regra, de maneira associada na paisagem.

A região Norte ocidental da Mantiqueira, da mesma forma que o planalto Atlântico no Estado de São Paulo, não foge a essa regra. Porém, ao contrário do restante do território paulista, dominam aqui os solos com B textural, ocorrendo os B latossólicos em manchas mais restritas ( COMISSÃO DE SOLOS, 1960).

Os trabalhos de cunho pedológico, nessa área, restringem-se, em geral, ao reconhecimento da sua distribuição espacial, acompanhado da caracterização morfoanalítica dos perfis (ROTTA *et alii*, 1971, CARVALHO *et alii*, 1975), não chegando a entrar em maiores considerações a respeito da gênese dos perfis. Estas, quando foram estabelecidas, dizem respeito, sobretudo, às relações com os materiais de origem e posição ocupada na paisagem (CARVALHO e ROTTA, 1974; QUEIROZ NETO e CASTRO, 1974).

No entanto, esses solos diferenciam-se morfológica e analiticamente, de modo a colocar o problema das causas dessas diferenças. Elas parecem relacionar-se tanto ao material de origem, incluindo época de *mise en place* e posição ocupada, quanto aos próprios processos e mecanismos responsáveis pela elaboração dos perfis com seus horizontes.

Este trabalho preliminar teve como principal objetivo procurar definir as prováveis causas das diferenças entre os materiais de origem, interpretadas a partir da posição que ocupam na paisagem. Subsidiariamente, foram efetuadas considerações a respeito dos processos responsáveis pelas características morfoanalíticas apresentadas pelos perfis de solo.

\* Trabalho financiado pela FAPESP.

\*\* Laboratório de Pedologia e Sedimentologia do Instituto de Geografia da USP.

\*\*\* Departamento de Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu - UNESP.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA A RESPEITO DOS SOLOS DE SÃO PAULO

A Comissão de Solos (1960) define as principais características dos solos com B textural e B latossólico (quadro 1), que constituem os casos mais usuais, nem sempre se apresentando de maneira obrigatória, como indicado.

QUADRO 1: PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS MORFOANALÍTICAS DOS SOLOS COM B LATOSSÓLICO E B TEXTURAL (COMISSÃO DE SOLOS, 1960).

<i>B</i> textural	<i>B</i> latossólico
1. transição clara ou abrupta entre os horizontes A e B;	- transição difusa ou gradual;
2. espessura entre 0,70 e 1,20 m;	- espessura entre 1,50 e 4,00 m;
3. % de argila do B sensivelmente superior à do A;	- % de argila do B semelhante à do A;
4. % de argila natural relativamente alta;	- % de argila baixa;
5. estrutura em blocos subangulares ou angulares;	- estrutura granular ou maciça porosa;
6. cerosidade sempre observada;	- cerosidade raramente observada;
7. porosidade relativamente baixa;	- porosidade geralmente elevada;
8. CTC entre 2 e 17 e. mg/100g solo;	- CTC entre 1 e 6 e. mg/100g solo;
9. V% entre 10 e 90%;	- V% inferior a 40%;
10. ki maior que 1,8;	- ki menor que 1,8;
11. kr maior que 1,5;	- ki menor que 1,3.

Queiroz Neto (1970) acrescenta que os solos com B textural apresentam, com frequência, minerais alteráveis na fração arenosa, cuja quantidade diminui do C para o A; em contraposição, os B latossólicos não os apresenta ou sua contribuição é muito pequena. Estes apresentam, na fração argilosa, caulinita e proporções variáveis de gibsita e goethita, com aquele mineral de argila em cristais maiores e bem cristalizados. Os B texturais, por outro lado, apresentariam predominantemente caulinita na fração argilosa, acompanhada ou de pequenas porções de gibsita ou de minerais micáceos. Em certos perfis de latossolos, a gibsita pode não ocorrer, como é o caso dos latossolos vermelho-escuro fase arenosa do Noroeste do Estado, originário de materiais sedimentares do arenito Bauru (MONIZ e CARVALHO, 1973).

A Comissão de Solos (1960) havia levantado a possibilidade de formação de B latossólicos a partir de B texturais, por apresentarem características de solos mais alterados e evoluídos. Ao tratar da cronossequência litossolo-argilito - podzólico vermelho amarelo variação Piracicaba - latossolo

vermelho-escuro orto, admitiam ser possível a transformação de um perfil com horizontes  $A_2$  e  $B_1$  noutro sem  $A_2$  mas com  $B_1$ , por intermédio da "grande atividade biológica nos horizontes A e B, com a resultante homogeneização dentro dos horizontes". Da mesma forma, o litossolo-granito transformar-se-ia em podzólico vermelho amarelo orto e este em latossolo vermelho amarelo orto, no planalto Atlântico.

Os processos que levam à formação de um ou outro perfil estão ainda mal elucidados. Para Stephens (1960), a migração de argila poderia ocorrer tanto em solos podzólico vermelho amarelo como em solos latossólicos. Mccaleb (1959) ressalta a importância da forma, tamanho e distribuição dos poros nos processos de eluviação e iluviação e Avery *et alii* (1959) acreditam que a presença de horizontes eluviais esteja relacionada à saturação intermitente com água, sob drenagem restrita. Da mesma forma, Sombroek (1966) indica que a drenagem baixa nos podzólicos vermelho amarelo restringiria a atividade das raízes e da fauna do solo, diminuindo os efeitos da homogeneização que normalmente resultariam na formação de um latossolo.

Tanto os solos com B textural como os com B latossólico podem provir de materiais de origem retrabalhados, sendo freqüente a presença de *stone-lines*. Desde que, no local de deposição do material de origem, as condições para migração de argila sejam favoráveis, formar-se-ia um B textural e, caso contrário, o solo evoluiria para latossolo. Neste caso, está implícita a idéia de que as camadas superficiais forneceriam material para o horizonte B (eluviação).

Entretanto, o incremento de argila poderá também ser devido ao intemperismo *in situ* de camadas diferentes (SIMONSON, 1949). Para perfis em que apenas a eluviação não pode explicar a grande diferença textural entre o A e o B, Brewer (1968) propõe a ocorrência de um dos mecanismos: a) intemperismo diferencial entre os horizontes A e B, desde que não haja descontinuidade litológica entre os materiais; b) camadas de sedimentação, em que os materiais de origem daqueles horizontes são diferentes.

Para Queiroz Neto (1969), nenhum fator isolado justifica a ausência de horizontes texturais nos latossolos, e determinadas condições do meio é que devem dificultar a migração de argila. Brzesowsky (1962) admite que o relevo e a natureza do material de origem, em combinação com o encharcamento temporário, possam criar condições favoráveis para a formação dos podzólicos vermelho amarelo.

Oliveira e Carvalho (1969) admitem que a gênese da terra roxa estruturada de Ribeirão Preto esteja relacionada à possibilidade de influência de processos de adições laterais de subsuperfície, demonstrando preocupação dos autores na análise dos perfis de acordo com suas posições no relevo. Carvalho (1970) reforça essa idéia através do estudo mineralógico de solos estabelecidos numa catena daquela região.

A contigüidade desses solos na paisagem gera, inevitavelmente, uma faixa de transição entre ambos, apresentando perfis por vezes denominados "intergrades", onde as características são intermediárias a ambos. Bennema

*et alii* (1970), por exemplo, haviam observado que na zona de transição entre oxissolos e ultissolos, a cerosidade diminui à medida que se caminha para os primeiros. O estudo dessa faixa de transição se afigura do maior interesse, pelo fornecimento de informações a respeito de perdas de características graduais de um para outro.

Os "intergrades" têm sido relatados em diversas regiões, como Ribeirão Preto (OLIVEIRA e CARVALHO, 1969) e em Botucatu (TOSIN *et alii*, 1972), em solos originários de alteração de rochas básicas; mesmo em solos considerados como latossolo roxo, aspectos relativos à migração de argila têm sido observados.

Assim, os processos de migração de argila e formação de horizontes B textural parecem estar influenciados por determinadas condições locais, que merecem pesquisas acuradas, havendo indicações de que as condições hídricas do perfil é fator de extrema importância. Ao lado disso, deve-se ressaltar a influência do relevo, que também afeta o comportamento hídrico; é notório o fato de solos com B textural apresentarem-se, via de regra, sob relevo ondulado ao passo que os B latossólicos ocorrem em relevo suavemente ondulado.

Bennema *et alii* (1962) abrem novas perspectivas para a compreensão das relações existentes entre esses solos, ao caracterizar três regiões principais no Continente Sul-americano: a) a dos Andes, paisagens jovens, com instabilidades devidas a tectonismos e vulcanismos; b) terras altas do Brasil e Guianas, antigas e estáveis; c) planícies de acumulação, associadas às bacias do Amazonas, Paraguai e Pampa da Patagônia.

A região dos Andes é de intensa erosão e sedimentação, com uma paisagem instável, mostrando solos com pequeno desenvolvimento, onde o perfil é freqüentemente soterrado por acumulações mais recentes de materiais detríticos.

Nas terras altas do Brasil e Guianas ocorrem amplas superfícies de erosão escalonadas, devido à ação de forças erosivas operadas a diferentes momentos da escala geológica. As mais antigas ocupam os níveis mais elevados e a pedimentação foi um processo comum e importante nas suas elaborações. Os solos são produto de longa sucessão de processos de formação de vertentes, e materiais aí ocorreriam mesmo antes da orogênese andina; partes desses materiais estão incorporados às superfícies hoje presentes. Nessas áreas, com maior estabilidade, os processos que modificam as paisagens são suficientemente lentos para admitir-se que os solos formados possam estar em equilíbrio com o meio.

Bennema *et alii* (1962) reconheceram, no Brasil, três categorias principais de paisagem, com solos correlatos:

- 1) velhas superfícies que retêm muitas feições reliquiais, cobertas por espessos mantos de material detrítico, com avançado grau de intemperismo. Os solos mais comumente desenvolvidos nesse material são os diversos latossolos.

2) Áreas com feições jovens, correspondendo às partes mais elevadas da paisagem, resultantes de quase total destruição das velhas superfícies de erosão por dissecação erosiva. Nas partes mais íngremes ocorrem litossolos associados a afloramentos rochosos e, nos menos declivosos, podem ocorrer solos com B incipiente ou B textural, com freqüente ocorrência de *stone-lines*.

3) Superfícies de erosão mais jovens, compondo a parte mais baixa da paisagem, podendo apresentar espessos mantos detríticos sob forma de alúvios e colúvios. Quando o manto não é muito espesso, aparecem solos com B textural e *intergrades* entre latossolos e solos com B textural ocorrem nas passagens das superfícies 1 e 3.

Essas observações permitiram avançar numa linha de pesquisas vinculando os solos a aspectos geomorfológicos da paisagem. O conceito de catena de Milne (1936), implícito ou explícito em alguns trabalhos citados, ganharia outra expressão ao relacionar os solos, em sucessão, ao significado geomorfológico da posição ocupada.

No Brasil, o primeiro trabalho que estabelece um paralelo entre a Geomorfologia e a Pedogênese é o de Queiroz Neto (1969), na Serra de Santana, no contato entre o planalto Ocidental e a Depressão Periférica paulista. Coube a esse autor o estabelecimento, de forma mais objetiva, das relações existentes entre formações superficiais, solos e superfícies de erosão: os latossolos estão sempre associados a formações espessas e os solos com B textural às formações menos espessas em vertentes (QUEIROZ NETO, 1970).

Para esse autor, nas superfícies cimeiras do planalto Atlântico ocorrem alguns materiais detríticos e "stone-lines" contendo, muitas vezes, fragmentos e concreções ferruginosas. Solos com B latossólico ou mesmo "intergrades" são assinalados, porém devido à presença de minerais alteráveis, são tidos como solos menos intemperizados. Em superfícies mais baixas e extensas, relacionáveis à Superfície Neogênica, as formações superficiais podem apresentar-se espessas e homogêneas, onde se desenvolveram solos com B latossólico, bastante intemperizados. Nas vertentes que passam de uma a outra superfície, bem como nas que ladeiam as zonas dissecadas pela rede fluvial, ocorrem sobretudo solos com B textural, com solos pouco desenvolvidos nas partes de maior declive.

Carvalho *et alii* (1967) e Nakashima (1973), trabalhando em setor representativo da superfície neogênica, no contato do planalto Atlântico com a Depressão Periférica em Campinas, também observaram que as formações superficiais espessas que a recobre apresentam latossolos. Solos com B textural e litossolos, resultantes de pedogênese mais atual, ou de passado recente, estão localizados sobre formações bem menos espessas que ocorrem em posições mais rebaixadas e vertentes resultantes dos entalhes fluviais.

Baseando-se num esquema ideal proposto por Ruhe (1960), Moniz e Carvalho (1973) apresentam uma interpretação dos solos do planalto Ocidental baseada no grau de alteração dos perfis e posição ocupada na paisagem.

Curiosamente, os solos menos evoluídos ocorreriam nas partes mais elevadas do relevo (terras altas – podzolizados variação Marília associados e litossolos), os solos com estágio intermediário de intemperismo localizar-se-iam nas meia-encostas (podzolizados variação Lins – pedimento de encosta) e os mais intemperizados em condições de sopé (pedimento de sopé – latossolo vermelho-escuro fase arenosa) seguidos pelos aluviões.

Entretanto, trabalhos mais recentes de Queiroz Neto *et alii* (1973) e Lepsch (1975), respectivamente em Marília e Echaporã, mostram que os solos mais evoluídos e mais espessos são encontrados em posições cimeiras correspondentes a superfícies de erosão mais antigas. Nas encostas e cimos de colinas mais baixas ocorrem solos com B textural (podzolizados variação Marília) e nas zonas mais escarpadas, litossolos e solos pouco desenvolvidos. Ao sul de Echaporã, onde a superfície neogênica alcança maior expressão, as formações superficiais espessas também sustentam latossolos vermelho-escuro fase arenosa.

Carvalho e Rotta (1974) e Carvalho *et alii* (1975) estabeleceram as relações solo, material de origem e evolução da paisagem na região de Atibaia. Os solos menos evoluídos estariam confinados às partes mais altas (litossolos e “intergrades”). Os B texturais ocorreriam sobre colúvios de vertente, frequentemente apresentando “stone-lines”. Nas colinas ao longo de Atibaia, em relevo mais suave correspondendo a restos da superfície neogênica, recobertos por materiais detríticos espessos, ocorreriam latossolos. Sucessão análoga havia sido observada por Queiroz Neto e Françoso (1974) na região de Bragança Paulista.

Trabalhando na área de contato da Depressão Periférica com o planalto Ocidental, na serra do Limoeiro, Dias Ferreira e Queiroz Neto (1974) haviam observado que as alterações mais antigas, correspondendo muitas vezes a formações superficiais espessas contendo latossolos, ocorriam no topo da serra em testemunhos e restos de superfície de erosão relacionável ao Terciário médio-inferior. Superfícies intermediárias, relacionáveis ao Neógeno, são também cobertas por formações detríticas espessas com latossolos. As vertentes escarpadas da “cuesta” bem como as encostas das colinas da Depressão Periférica, recobertas por colúvios mais recentes, do Pleistoceno superior, mostram solos com B textural. Resultado análogo foi constatado na região da serra de São Pedro por Coutard, Dias Ferreira, Pellerin e Queiroz Neto (1975).

Nesta síntese dos principais resultados de pesquisa a respeito dos solos do Estado de São Paulo é possível ressaltar algumas idéias.

Chamando a atenção dos pesquisadores a presença, lado a lado, de solos com B textural e B latossólico, as interpretações praticamente seguiram uma direção. Em primeiro lugar, através da tentativa de aplicação de conceitos de cronosequências, o que leva ao estudo da passagem de solos menos evoluídos (B texturais) para mais evoluídos (B latossólicos). Sob o ponto de vista genético, porém, esse modelo não indica como se forma (condições e mecanismos) o horizonte B textural, e os exemplos da literatura mundial não trazem maior

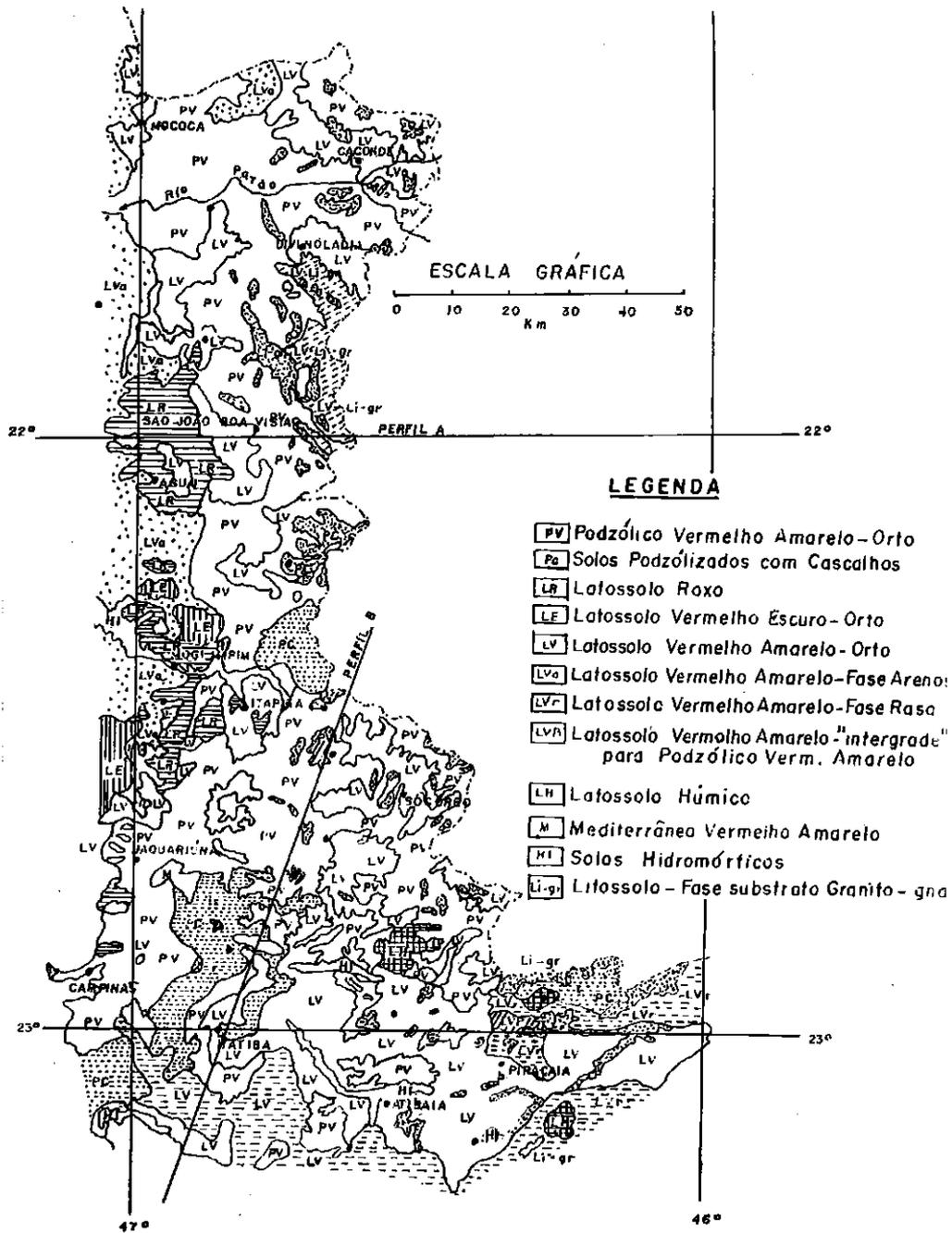
elucidação: os mecanismos e as condições podem ser os mais variados possíveis.

Logo a seguir, é introduzida a noção de uma distribuição espacial sistemática, relacionada a porções da paisagem com significado geomorfológico diverso. Nas superfícies de erosão mais antigas que o Pleistoceno, sobre formações superficiais espessas e muito alteradas, ocorrem solos com B latossólico. Em vertentes, cuja elaboração iniciou-se em algum momento do Pleistoceno, apareceriam predominantemente solos com B textural ou litossolos. Haveria exceções à regra nas vertentes recobertas por colúvios espessos, provenientes do retrabalhamento das formações espessas de topo.

Ainda aqui encontra-se uma idéia de seqüência cronológica, relacionada aos segmentos do espaço onde se acham os perfis de solo. Essa constatação, porém, não traz necessariamente consigo nenhum esclarecimento a respeito do modo de formação dos perfis de solo referidos. A esse respeito, os resultados das pesquisas indicam que o horizonte argílico pode ter uma formação autônoma, a partir da evolução provável de litossolos, mas, também pode formar-se a partir de latossolos, debaixo de condições especiais. Neste caso, seriam as zonas de transição entre B texturais e B latossólicos que apresentariam os melhores exemplos dessa passagem.

### 3. DISTRIBUIÇÃO DE SOLOS NA MANTIQUEIRA NORTE OCIDENTAL

O objetivo deste trabalho é o levantamento dessa problemática numa parcela do Estado de São Paulo, que apresenta razoável grau de contrastes fisiográficos, especialmente no que diz respeito à geologia, ao relevo e aos solos. A Mantiqueira Norte Ocidental, no Estado de São Paulo, compreende a região ao Norte dos contrafortes daquela serra, desde a bacia do rio Atibaia, ao Sul, até a bacia do rio Pardo, ao Norte.



Carta de solos de área de estudo (COMISSÃO DE SOLOS, 1960)

As altitudes variam desde cerca de 600m, ao longo dos principais vales, até 1200–1400m no topo das principais zonas serranas, atingindo mesmo mais do que isso na serra da Mantiqueira ou no planalto de Poços de Caldas.

Predominam rochas gnáissicas com algumas extensas ocorrências de granitos, bem como manchas e alinhamentos de quartzitos. Nas áreas de gnaisses, com indícios de apresentarem graus diversos de metamorfismo, ocorrem solos com B textural (podzólicos vermelho amarelo orto); solos com B latossólico em menor escala (latossolos vermelho amarelo orto e vermelho amarelo húmico), solos pouco desenvolvidos (litossolos fase substrato granito-gnaisse), solos hidromórficos não diferenciados e “intergrades” (podzólico vermelho amarelo “intergrade” para latossolo vermelho amarelo). Nas áreas graníticas, como nas proximidades de Bragança, Pinhal, Santo Antonio do Jardim, assinala-se a presença de apenas um solo com B textural, os solos podzolizados com cascalho.

Para definir os principais traços dessa região, incluindo a distribuição dos solos, foi realizado um estudo dos documentos cartográficos. Foram utilizadas as folhas topográficas de Campinas e Ribeirão Preto, na escala 1: 250.000 (Instituto Geográfico e Geológico do Estado, 1954). Essas folhas foram reduzidas para a escala 1: 500.000, a fim de se obter um documento em escala compatível com a da carta de solos.

Para as informações gerais, de caráter geológico, utilizou-se o mapa geográfico do Estado de São Paulo, na escala 1: 1.000.000 (Instituto Geográfico e Geológico, 1974). De forma análoga que para as folhas topográficas, este mapa foi ampliado para 1: 500.000.

A carta de solos do Estado de São Paulo, escala 1: 500.000 (COMISSÃO DE SOLOS, 1960), serviu como documento de base para o reconhecimento da distribuição dos solos.

De posse desses documentos, com escalas uniformes, foi feita uma primeira interpretação das condições de ocorrência dos solos. A comparação dos três documentos, permitiu definir alguns traços das áreas de ocorrência dos B texturais e B latossólicos.

A carta topográfica, além disso, permitiu a confecção de perfis topográficos, onde foram lançados os dados de geologia e solos, extraídos das respectivas cartas.

O perfil A (figura 1) revela que, entre as cotas de 600 e 700m na Depressão Periférica, cujo substrato é constituído por intrusivas básicas, e em relevo suavemente ondulado, ocorrem latossolos roxos.

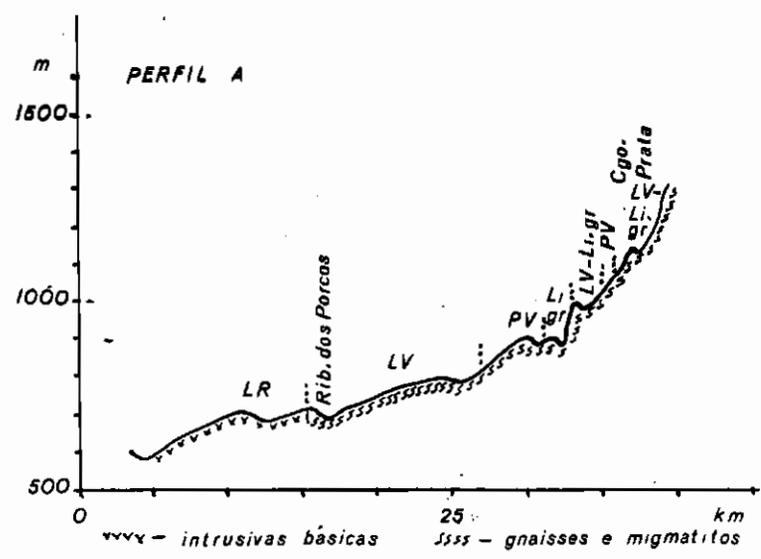


Figura 1: Perfil entre o planalto de Poços de Caldas e a Depressão Periféria paulista

À medida que se caminha em direção ao Pré-Cambriano, a litologia passa a ser representada por gnaisses e migmatitos. Inicialmente, ainda sobre relevo relativamente suave, em cotas aproximadamente de 800m, aparecem latossolos vermelho-amarelo-orto (LV).

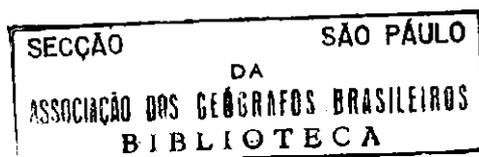
O relevo torna-se mais enérgico para Leste e, nas primeiras elevações entre 800 e 900m, ocorrem podzólicos vermelho-amarelo-orto (PV). Acima desta última cota de altitude, passam a alternar os litossolos e latossolos. Aqueles ocorrem predominantemente nas partes mais declivosas, enquanto que em certos patamares ocorrem associados a latossolos vermelho-amarelo-orto.

Observa-se, assim, uma tendência dos litossolos ocuparem posições cimeiras e zonas de maior declive, os podzólicos vermelho-amarelo situações de encosta ainda com relevo ondulado a forte ondulado, ao passo que as associações LV-litossolos predominam em áreas ligeiramente deprimidas.

Essa situação parece comparável à seqüência observada por Moniz e Carvalho (1973) na região Noroeste do Estado, referida, anteriormente, pois os solos menos evoluídos parecem apresentar-se nas posições mais altas, ao passo que os mais evoluídos (LV) ocupariam aparentes posições de sopé de encosta, a oeste. Segundo a terminologia de Ruhe (1960), os litossolos corresponderiam às "terras altas", os podzólicos vermelho-amarelo-orto aos "pedimentos de encosta" e os latossolos vermelho-amarelo-orto aos "pedimentos de sopé".

De acordo com o esquema proposto por Bennema *et alii* (1962), os litossolos representariam áreas com feições jovens, correspondentes às partes mais elevadas do relevo regional. Seriam áreas de constante rejuvenescimento dos materiais de cobertura, por processos erosivos mais intensos e mais contínuos, fornecendo materiais para posições de maior estabilidade, representadas no perfil pelas pequenas zonas deprimidas. Aí, esses materiais, apresentando maior estabilidade, poderiam constituir material de origem para solos mais evoluídos. Os podzólicos vermelho-amarelo-orto ocorreriam nas zonas de passagem das partes mais elevadas para os restos e seriam testemunhos de superfícies de erosão antigas, representadas pela porção ocupada pelo latossolo vermelho-amarelo-orto, a oeste.

O perfil B (figura 2) atravessa uma vasta área onde as altitudes variam de 700 a 1.100m, e foi estabelecido numa direção aproximadamente paralela ao contato do planalto Atlântico com a Depressão Periférica. O substrato é predominante constituído por gnaisses e migmatitos, com granitos e migmatitos associados em menor escala.





É de se registrar que os solos podzolizados com cascalho (Pc) ocorrem apenas sobre áreas de granitos e migmatitos associados, tal como a Comissão de Solos havia assinalado. No restante da área, ocorre predominantemente o podzólico vermelho-amarelo-orto, seguido pelo latossolo vermelho-amarelo-orto e *intergrades*.

O relevo, na área de ocorrência dos B texturais, é bastante movimentado, chegando em alguns pontos a acidentado. Acompanhando a calha do rio Atibaia, em posição de sopé de encosta, aparece o latossolo vermelho-amarelo-orto. Em parte deprimida do relevo, onde corre o rio do Peixe, aparece uma mancha de solo com características intermediárias entre B textural e B latossólico, o podzólico vermelho-amarelo *intergrade* para latossolo vermelho-amarelo.

Dessa forma, como já fora observado ao analisar o perfil A, os solos com características de B latossólico ocorrem especialmente nas áreas mais baixas do relevo regional. Os solos com B textural, ao contrário, aparecem onde o relevo é mais enérgico, correspondendo às encostas de maciços montanhosos.

Reunindo as observações efetuadas nos dois perfis, é possível inferir que as zonas de relevo mais movimentado exerçam um papel de exportação de materiais. Predominariam aí solos menos desenvolvidos, litossolos, ou solos medianamente desenvolvidos, solos com B textural. Constituiriam, assim, um indício de regiões mais sujeitas a maior rejuvenescimento por processos erosivos.

Em zonas de relevo mais suave, mais baixas, passíveis de acúmulo de material detrítico proveniente das "terras altas", aparecem solos mais espessos, mais alterados. Testemunhariam não só uma evolução a partir de materiais detríticos previamente intemperizados, como também maior estabilidade na paisagem, propiciando estágios mais avançados de intemperismo.

A comparação dos diferentes documentos cartográficos mostra que as situações analisadas nos dois perfis topográficos são comuns a toda a área em pauta.

A maior extensão ocupada pelos latossolos vermelho-amarelo-orto encontra-se justamente ao longo das calhas dos rios Atibaia e Jaguari, só interrompida pela presença de alguns maciços montanhosos, onde ocorrem B texturais ou litossolos. Carvalho e Rotta (1974) e Carvalho *et alii* (1975) já haviam atentado para esse fato, assinalando que essa área apresenta relevo mais suave, de colinas, com recobrimentos espessos e solos evoluídos com B latossólico.

O mesmo fato se repete, com menores extensões, ao longo dos rios Camanducaia, Peixe (a montante e a jusante de Águas de Lindóia), Mogi-Guaçu, alto curso do Jaguari-Mirim e afluentes, bem como o sistema do alto curso do Pardo.

Nos interflúvios desses grandes rios, ou mesmo quando atravessam

maciços montanhosos e soleiras, quando se apresentam nitidamente embutidos, dominam perfis de solo com B textural, incipiente ou desenvolvido, e litossolos. Rotta *et alii* (1971) haviam verificado esse fato na região de Monte Alegre do Sul, onde o rio Camanducaia atravessa garganta estreita, quando comparada à zona colinosa a montante que contém inclusive várzeas. Também nos trabalhos citados de Carvalho e Rotta (1971) e Carvalho *et alii* (1975) são encontradas referências ao relevo mais movimentado desses solos.

Como fora assinalado mais atrás, as partes colinosas recobertas por material detrítico espesso corresponderiam aos testemunhos de superfície de erosão elaborada no Neógeno. Carvalho e Rotta (1974) e Carvalho *et alii* (1975) afirmam mesmo constituírem formações detríticas de origem pedimentar, correlativas da superfície sobre a qual se encontram. Em outras partes do Estado de São Paulo, a mesma interpretação vem sendo dada a esses elementos da paisagem (Queiroz Neto, 1969, 1970; Carvalho *et alii*, 1967; Nakashima, 1973).

As zonas de ocorrência dos B texturais e litossolos corresponderiam às parcelas mais atingidas pelos processos erosivos posteriores. Situam-se nas porções onde mais se fizeram sentir as ações do entalhamento fluvial do Pleistoceno. Constituem verdadeiras zonas de rejuvenescimento de materiais detríticos e de alteração. Torna-se difícil definir, com maior certeza, em que momento os materiais que originaram os solos se tornaram suficientemente estáveis nas vertentes, para sofrer a pedogênese que lhes conferiu o aspecto atual. É provável que isso tenha ocorrido a partir do Pleistoceno superior, tal como propõem Dias Ferreira e Queiroz Neto (1974), pois há certos indícios de coluvionamentos recentes nessas vertentes.

#### CARACTERÍSTICAS DOS PERFIS DE SOLO

As características morfoanalíticas dos latossolos e B texturais do planalto Atlântico enquadram-se naquelas definidas pela Comissão de Solos (1960), assinaladas no início deste trabalho. Seria possível acrescentar que os litossolos representam perfis menos evoluídos e menos alterados. A espessura não ultrapassa algumas dezenas de centímetros, não apresentam horizonte B, mostram comumente fragmentos de rocha desde a superfície, a quantidade de minerais alteráveis é normalmente maior que a dos B texturais, podem apresentar valores de CTC superiores à destes, etc. Os *integrados*, já mencionados, apresentariam características intermediárias entre os B latossólicos e os B texturais.

Observações preliminares de campo indicam que todos esses solos se formaram sobre materiais que sofreram alguma forma de transporte. Consultando os levantamentos citados (ROTTA *et alii*, 1971; CARVALHO *et alii*, 1975) esse fato é confirmado: as descrições dos perfis com B textural mostram com frequência a presença de linhas de cascalho, de espessura variável, entre os horizontes A e B e, com menor frequência, no interior deste último.

Além disso, ocorrem também perfis com níveis de cascalho na base do horizonte B ou no interior do C. Constituiriam, assim, perfis de solo formados sobre colúvios de vertente.

Como mencionáramos antes, os B latossólicos apresentam-se bastante homogêneos em toda a sua espessura, porém é comum na base, geralmente passagem dos horizontes B para o substrato, encontrar linhas de cascalho ou cascalheiras. Correspondem a perfis que mostram o essencial do seu desenvolvimento numa massa homogênea, mostrando raramente indícios de retrabalhamentos ou descontinuidades litológicas. No entanto, Queiroz Neto e Françoso (1974) haviam assinalado que os latossolos húmicos de Bragança Paulista parecem constituir uma superposição de colúvios, que não se distinguiriam sob o ponto de vista da alteração, mas apresentariam variações granulométricas entre horizontes e, no interior do espesso horizonte A, variações de teores de carbono não compatíveis com processos pedológicos.

Há, assim, diferenças sensíveis entre os materiais de origem dos solos com B textural e B latossólico. Os primeiros constituem exemplos de perfis complexos, com um paleo-horizonte enterrado (horizonte B) por colúvios mais recentes (horizonte A). Estes últimos poderiam constituir testemunhos de processos erosivos em climas mais secos que o atual, provavelmente relacionados ao limite Pleistoceno-Holoceno. Os horizontes B, por seu lado, ter-se-iam formado sobre colúvios mais antigos, correlacionáveis a algum momento do Pleistoceno superior.

Os B latossólicos representam solos evoluídos sobre formações espessas, com grande homogeneidade nas suas características, mesmo quando são encontrados indícios de superposição de materiais. Provavelmente resultam, pelo menos parcialmente, de processos de homogeneização por atividade biológica intensa. É de se assinalar que as zonas de ocorrência dos latossolos apresentam, freqüentemente, elevada densidade de edifícios construídos por insetos (cupins ou formigas), denotando assim intensa atividade desses animais.

Essas diferenças poderiam, pelo menos até certo ponto, condicionar os processos pedológicos que atuariam na área.

Para os B texturais, parece claro que o essencial dos horizontes A e B se formou sobre materiais de origem diversos e, nessas condições, as diferenças texturais entre ambos não resultariam somente de processos pedológicos, tal como Brewer (1968) previra para certos casos. Além do intemperismo *in situ* de camadas diferentes superpostas (SIMONSON, 1949), haveria enriquecimento em argila do horizonte B, como testemunhariam os revestimentos argilosos nas superfícies de agregados, fissuras e canais. O processo de migração de argila, por seu lado, poderia perfeitamente estar condicionado pelas condições de drenagem mais baixas, já que não só a porosidade é menor como apresentam o substrato rochoso, menos permeável, a menores profundidades (MCCALLER, 1959, AVERY *et alii*, 1959, SOMBROEK, 1966). Pela posição que ocupam esses solos, em encostas, é possível também supor

que ações de drenagem lateral tanto possam promover adições nos horizontes B, vertente abaixo (OLIVEIRA e CARVALHO, 1969, CARVALHO, 1970), como um carreamento seletivo das frações finas, no horizonte superficial, como sugerem Queiroz Neto e Dias Ferreira (1973).

Os B latossólicos não apresentariam maiores indícios de ocorrência desses processos. Tratando-se de solos formados sobre materiais detríticos espessos, pode-se supor que, desde o início de sua evolução, o material apresentava porosidade mais elevada, permitindo a passagem das soluções com maior facilidade. Os processos de alteração teriam continuidade e a sílica e bases poderiam ser eliminadas em maior quantidade. Por outro lado, sujeitos a uma atividade biológica mais intensa, sofreriam uma homogeneização constante, diminuindo as possibilidades de maiores diferenciações entre horizontes.

Dessa forma, estas considerações preliminares a respeito dos solos da Mantiqueira Norte Ocidental, no Estado de São Paulo, parecem confirmar observações efetuadas anteriormente para outras parcelas de seu território: os solos com horizonte B latossólico diferenciam-se dos solos com B textural não só pelo material de origem, modo de *mise en place* e época, como pelos processos e mecanismos de pedogênese a que estiverem sujeitos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVERY, B. W., STEPHEN, I., BROWN, G e YAALON, D. H. (1959) — *The Origin and Development of Brown Earths on Clay-with-Flints and Coombe Deposits*. J. Soil. Sci., 10: 177—195.
- BENNEMA, J., CAMARGO, M. e WRIGHT, A. C. S. (1962) — *Regional Contrasts in South American Soil Formation, in Relation to Soil Classification and Soil Fertility*. Int. Soil. Conf. Nova Zelândia, 15 p.
- BENNEMA, J., JUNGERIUS, A. e LEMOS, R. C. (1970) — *Micromorphology of Some Oxic and Argillic Horizons in South Brazil in Relation to Weathering Sequence*. Geoderma, 4: 333—335.
- BREWER, R. (1968) — *Clay Illuviation as a Factor in Particle-size Differentiation in Soil Profiles*. Anais 9º Congresso Internacional de Ciências do Solo. Adelaide, 4: 489—499.
- BRZESOWSKY, W. J. (1962) — *Podzolic and Hydromorphic Soils on a Coastal Plain in the Cameron Republic*. Neth. J. Agric. Sci., 10: 145—153.
- CARVALHO, A. (1970) — *Study of Terra Roxa Estruturada and Latosol Roxo on a Topographic Sequence in São Paulo State, Brazil*. Tese M. Sc., Universidade de Newcastle u/Tyne, 93 p.
- CARVALHO, A. LEPSCH, I. F. OLIVEIRA, J. B. VALADARES, J. e ROTTA, C. L. (1975) — *Levantamento Pedológico Semidetalhado do Município de Atibaia, SP*. Bragantia, 34 (1): 1—58.

- CARVALHO, A., MELFI, A. J., BITTENCOURT, I., QUEIROZ NETO, J. P. e NAKASHIMA, P. (1969) – *Sedimentos Neocenozóicos na Área de Campinas, Estado de São Paulo*. Anais XXI Congr. Bras. Geol. p. 58–70.
- CARVALHO, A e RÖTTA, C. L. (1974) – *Estudo das Formações Superficiais do Município de Atibaia, SP* – Bol. Paul. Geogr., 49: 5–22.
- COMISSÃO DE SOLOS (1960) – *Levantamento de Reconhecimentos dos Solos do Estado de São Paulo*. Rio de Janeiro, Min. Agric., S.N.P.A., bol. 12, 634 p.
- COUTARD, J. P., DIAS FERREIRA, R. P., PELLERIN, J. e QUEIROZ NETO, J. P. (1975) – *Étude Préliminaire du Quaternaire de la Région de São Pedro (São Paulo, Brasil)*. Simpósio do Quaternário, Curitiba.
- DIAS FERREIRA, R. P. e QUEIROZ NETO, J. P. (1974) – *Seqüências de Alteração da Região da Serra do Limoeiro, SP*. Anais XXVIII Congr. Brasil. Geol., Porto Alegre, 3: 49–58.
- LEPSCH, I. (1975) – *Soil-Landscape Relationships in an Area of the Occidental Plateau of São Paulo, Brasil*. Tese Ph. D., North Carolina State University, 163 p.
- MCCALLEB, S. B. (1959) – *The Genesis of the Red-Yellow Podzolic Soils*. Proc. Soil Sci. Soc. Am., 23: 164–168.
- MILNE, G. (1936) – *Normal Erosion as a Factor in Soil Profile Development*. Nature, 138: 548–549.
- MONIZ, A. C. e CARVALHO, A. (1973) – *Seqüência de Evolução de Solos Derivados do Arenito Bauru e de Rochas Básicas da Região Noroeste do Estado de São Paulo*. Bragantia, 32(17): 309–335.
- NAKASHIMA, P. (1973) – *Estudo das Formações Superficiais da Área de Campinas-Viracopos, SP*. Tese de Mestrado, Dep. Geogr., FFLCH, USP.
- OLIVEIRA, J. B. e CARVALHO, A. (1969) – *A Terra Roxa Estruturada de Ribeirão Preto, SP*. Anais do XII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo (Resumos), Curitiba, p. 72.
- QUEIROZ NETO, J. P. (1969) – *Interpretação dos Solos da Serra de Santana para Fins de Classificação*. Tese de Doutorado, ESALQ, USP, 135 p.
- (1970) – *Les Rapports Entre les Sols et les Formations Superficielles de l'Etat de São Paulo, Brésil. État Actuel des Connaissances*. Bull. Ass. Sénag. Et. Quat. Ouest Afr., 26: 57–75.
- (1970) – *Étude sur le Regré d'Altération de Quelques Profils de Sols de l'État de São Paulo, Brésil*. Science du Sol, 2: 73–85.
- QUEIROZ NETO, J. P., CARVALHO, A., JOURNAUX, A. e PELLERIN, J. (1973) – *Cronologia da Alteração dos Solos da Região de Marília, SP*. USP, Inst. Geogr., Sed. e Pedol. 5, 55 p.
- QUEIROZ NETO, J. P. e DIAS FERREIRA, R. P. (1973) – *Observações sobre solos Arenosos do Platô do Santo Inácio, SP*. 14º Congresso Bras. de Ciência do Solo, Santa Maria.
- QUEIROZ NETO, J. P. e CASTRO, S. S. (1974) – *Formações Superficiais*

- e Latossolo Vermelho Amarelo Húmico na Área de Bragança Paulista, Estado de São Paulo, Brasil.* Anais XXVIII Congr. Bras. Geol., Porto Alegre, 3: 65–84.
- ROTTA, C. L., JORGE, J. A. OLIVEIRA, J. B. e KÜPER, A. (1971) – *Levantamento Pedológico Detalhado da Estação Experimental de Monte Alegre do Sul, SP.* *Bragantia*, 30 (20): 215–217.
- RUHE, R. V. (1960) – *Elements of Soil Landscape.* 7º Congresso Internacional de Ciência do Solo, 82: 441–455.
- SIMONSON, R. W. (1949) – *Genesis and Classification of Red–Yellow Podzolic soils.* *Proc. Soil Sci. Soc. Am.*, 14: 316–319.
- SOMBROEK, W. G. (1966) – *Amazon Soils – A Reconnaissance of the Soils of the Brazilian Amazon region.* Wageningen, Centre Agric. Publ. Doc., 292 p.
- STEPHEN, I. (1960) – *Clay Orientation in Soils.* *Soils Fert.*, 23: 251., in “Science Progress”, Oxford, Blackwell Scient. Public. 48: 323–331.
- TOSIN, W. A. C., ESPINDOLA, C. R. e PACCOLA, A. A. (1972) – *Levantamento de Solos da Fazenda Experimental de Botucatu.* Anais da II Jornada Cient. Fac. de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu (resumos), p. 119.

**RESUMO**

A Mantiqueira Norte Ocidental, parcela do planalto Atlântico do Estado de São Paulo, apresenta solos com B textural, com B latossólico, litossolos e *intergrades* associados na paisagem. Suas características morfoanalíticas mostram diferenças tanto no grau de alteração como nos processos pedogenéticos.

Após considerações a respeito das interpretações que são dadas a esses solos, tanto geneticamente como posição cronológica e relações com o relevo em todo o Estado de São Paulo, foram levantados os principais aspectos que apresentam nessa porção do território paulista. As interpretações baseiam-se na análise dos documentos cartográficos: mapa de solos, mapa geológico e cartas topográficas. As principais conclusões são:

1. Os solos com B latossólico ocorrem em zonas colinosas, recobertas por formações superficiais espessas, e representam alterações iniciadas pelo menos no Plio-Pleistoceno e evolução pedogenética talvez correlata.
2. Os solos com B textural, bem como os litossolos, ocorrem em áreas de relevo mais movimentado, verdadeiras zonas de exportação de materiais durante boa parte do Pleistoceno. Ocorrem sobre formações superficiais de transporte, menos espessas, cuja estabilidade nas vertentes, para que os processos pedogenéticos se fizessem sentir, correlaciona-se com o Pleistoceno superior.

**ABSTRACT**

The North-West Mantiqueira presents soils with B textural, with B latosolic, litosoils and intergrades, in the landscape. Its morphoanalytical characteristics show differences into the alteration grade as well as into pedogenetics processes.

After some considerations about genetic and chronologic interpretations, and about relations with the relief in the whole State of São Paulo, were surveyed the main aspects in this part of the paulista territory. The analysis of cartographic documents (soil, geologic and topographic maps) are the support to interpretations. The main conclusions are:

1. Soils with B latosolic occur in hilly zones, recovered by thick superficial formations and represent alterations initiated at least in the Plio-Pleistocene with possibility of a correlative pedogenetic evolution.

2. Soils with B textural, as well as Litosoils, occur in more dissected areas, zones of material export during a part of the Pleistocene. These soils are located on superficial formations, originated by transportation processes, that are less thick. The stability in the slope correlates with the Superior Pleistocene in order to occur the pedogenetic processes.

**RÉSUMÉ**

La Mantiqueira Nord-Occidentale présente des sols avec des B texturés, avec des B latossoliques, litossols et *intergrades* associés au paysage.

Ses caractéristiques morphoanalytiques présentent des différences autant dans les degrés de changement que dans les processus pédogénétiques.

Après quelques considérations sur les interprétations génétiques et chronologiques données à propos de ces sols et ses relations avec le relief dans tout l'État de São Paulo, on a relevé les aspects principaux qui se présentent dans cette région du territoire paulista. Les interprétations se sont fondées sur l'analyse des documents cartographiques: carte de sols, carte géologique et cartes topographiques. Les conclusions les plus importantes sont les suivantes:

1. Les sols avec B latossoliques ont lieu dans les zones au relief de colines, recouvertes par des formations aux surfaces plus épaisses, et représentent les changements qui eurent leurs débuts au moins dans le Plio-Pleistocène, et une évolution pédologénétique peut-être corrélatives.

2. Les sols avec B texturés, aussi bien que les litossols, ont lieu dans les régions au relief le plus mouvementé, des véritables zones d'exportation de matériaux pendant une grande partie du Pleistocène. Ils ont lieu sur des formations superficielles de transport, moins épaisses, dont la stabilité dans les versants, pour que les processus pédogénétiques aient lieu, sont corrélatifs avec le Pleistocène Supérieur.

