

# SOLOS E RELEVO NO ALTO VALE DO RIO DO PEIXE - OSCAR BRESSANE (SÃO PAULO, BRASIL)\*

José Pereira de Queiroz Neto\*\*  
Joël Pellerin\*\*\*

## INTRODUÇÃO

O mapa de solos do estado de São Paulo (COMISSÃO DE SOLOS, 1960) assinalava no Planalto Ocidental, sobre rochas do Grupo Bauru (Cretáceo Superior), a presença de solos com horizonte B latossólico e com horizonte B textural, ao lado de outros com menor expressão em área. Os segundos ocorreriam sobretudo ao longo dos platôs de Marília e Exaporã e alto vale do rio do Peixe (figura 1), a partir da alteração de arenitos com cimento calcário, enquanto os primeiros, com B latossólico, apareceriam mais a oeste, tendo como material de origem arenitos sem cimento calcário ou materiais retrabalhados.

CARVALHO (1976) estudando os solos dessa área, apresentou uma interpretação das relações entre a pedogênese e a evolução do relevo. Para o autor, os solos com B latossólico corresponderiam à uma antiga alteração de um material detrítico e retrabalhado, que recobria uma superfície de erosão cimeira regional, provavelmente meso-terciária, representada pelo topo das colinas do platô de Marília. Circundando essa superfície, em direção ao rebordo escarpado, ocorreria uma segunda superfície de erosão, interpretada como fim-terciário, apresentando solos com horizonte B textural que representavam um perfil complexo, com sucessão de materiais retrabalhados superpostos. Nas escarpas apareceriam Litossolos e Brunizems e, nas colinas que acompanham o vale do rio do Peixe, ocorreriam também solos com horizonte B textural; essas colinas foram interpretadas como restos de uma superfície de erosão do Quaternário médio. Tanto sobre o platô como sobre as colinas do rio do Peixe, havia sido registrada a presença de arenitos com cimento calcário.

As cartas Geomorfológica e das Formações Superficiais (QUEIROZ NETO & JOURNAUX, 1978) apresentaram interpretação similar à de CARVALHO

(1976). Os perfis de solo que representariam os materiais de recobrimento das superfícies de erosão constituiriam uma cronossequência de alteração: os B latossólicos, na superfície cimeira regional, seriam mais antigos e apresentariam quase somente caulinita bem cristalizada; os B texturais das superfícies de erosão mais recentes, apresentariam caulinita menos cristalizada, com quantidades crescentes de interestratificados e mica da superfície fim-terciário para a meso-quaternário.

O mapa geológico do estado de São Paulo (IPT, 1981) apresentava uma nova divisão estratigráfica para o Grupo Bauru: a Formação Marília, representando a parte terminal da sedimentação cretácea, seria formada predominantemente por arenitos com  $\text{CaCO}_3$  e ocorreria no platô de Marília e Exaporã. O contato com a formação Adamantina, constituída por arenitos e lamitos pouco carbonatados, ocorreria aproximadamente na cota de 500m; essa formação apareceria sobretudo a oeste de Oscar Bressane. O mapa geomorfológico de São Paulo (IPT, 1981) assinalava a presença do sistema de relevo de colinas amplas sobre o platô de Marília, limitado pelas escarpas festonadas. Ao longo do vale do rio do Peixe, apareceria o relevo de colinas médias e, a oeste de Oscar Bressane, reapareceriam as colinas amplas.

As pesquisas sobre os solos do platô de Marília iniciados nos anos 80 (FERNANDES BARROS, 1985, CASTRO, 1990), mostraram que as coberturas pedológicas são continuas, representam sistemas de transformação lateral e resultam da alteração de arenitos com

(\*) Pesquisas efetuadas no quadro do Projeto Pedologia 35/87, Convênio CAPES/COFECUB; financiamento pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

(\*\*) Professor Titular do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/USP, Brasil.

(\*\*\*) Centre de Géomorphologie CNRS, Caen, França.



cimento calcário. As partes altas das colinas apresentam B latossólicos que passam, lateralmente, a solos com B textural; no sopé das vertentes há uma transformação para areias, por ação de hidromorfia. Assim, esses resultados mostraram que, no platô de Marília, os solos com B latossólico não são formados sobre materiais retrabalhados e que não é possível interpretar as colinas rebaixadas como superfícies de erosão, pois constituem apenas níveis topográficos rebaixados pelos processos de transformação pedológica.

Restava verificar, na região, quais os solos presentes, as relações com o substrato e com o relevo, ao longo do vale do rio do Peixe e abaixo das escarpas que delimitam os platôs. A região de Oscar Bressane aparece como uma área particularmente favorável, face aos diferentes registros encontrados nos textos indicados.

### A ÁREA DE OSCAR BRESSANE

Foram efetuadas observações de campo nas colinas ao longo do rio do Peixe, situadas entre as escarpas que delimitam o platô de Marília, ao norte, e de Exaporã, ao sul (figura 1). Os caminhamentos foram estabelecidos através da análise de cartas topográficas (escala 1:50.000) e fotos aéreas (escala 1:25.000), e correspondiam a percursos ao longo dos interflúvios dos afluentes do rio do Peixe, e entradas perpendiculares, de um lado e de outro, até os vales. Ao longo das estradas e nas proximidades dos vales, foram possíveis observações a respeito das características do substrato rochoso, seus modos de alteração e os tipos de solo presentes. Em alguns locais, foram estudadas topossequências a partir de tradagens e abertura de pequenas trincheiras. Em sítios onde não era possível a observação direta dos solos, foram também efetuadas tradagens (figura 2).

Em Oscar Bressane (fig. 2) o contacto entre as Formações Adamantina e Marília situa-se a 470 m de altitude. A formação Marília é constituída essencialmente por arenitos, de granulação fina e grosseira, com cimento calcário, e coloração rosa. A formação Adamantina, por seu lado, apresenta pacotes de arenito de textura também variada, cortados por camadas lenticu-

lares de argilitos/lamitos, de coloração mais avermelhada: em nenhum desses afloramentos observou-se a presença de  $\text{CaCO}_3$ . Na rodovia BR-421, na altura do trevo de entrada de Oscar Bressane, aparece uma grande exposição no topo da Formação Adamantina e pouco mais acima, na mesma rodovia, já aparecem os arenitos carbonatados da Formação Marília. Outros pontos onde os arenitos Adamantina foram encontrados, permitindo estabelecer com bastante certeza o contacto com os arenitos Marília estão assinalados no perfil da figura 1, o que permite estabelecer com razoável grau de precisão a atitude desse contacto, transversalmente ao vale do rio do Peixe.

As fotografias aéreas mostram que o rio do Peixe e seus afluentes apresentam forte condicionamento estrutural. As direções predominantes são SSE-NNW (vale principal e afluentes secundários, figura 1) e SSW-NNE (afluentes secundários), com alguns trechos com direções N-S e E-W (ribeirão da Pancla e afluentes, figura 2). Os cursos d'água apresentam-se bastante encaixados, com várzeas situadas mais de 20m abaixo de cornijas com afloramento de rocha, constituída por lentes de lamitos entre camadas de arenito, da Formação Adamantina (sem  $\text{CaCO}_3$ ); com certa frequência, as nascentes estão nesse nível, porém algumas vezes situam-se a montante. Como se observa na figura 2, essas nascentes prolongam-se acima do nível das cornijas por vales secos, com perfil transversal em U muito aberto e sem talvégue definido, indicando ausência de escoamento superficial concentrado, mesmo na estação chuvosa. Algumas cabeceiras desses vales secos apresentam uma configuração de depressão; por outro lado, uma depressão fechada e com espelho d'água permanente é observada num formador do córrego da Cutia, na sua margem esquerda (parte central da figura 2): essa depressão é utilizada como bebedouro para o gado, tendo sido aberto artificialmente um canal de drenagem para escoar o excesso d'água na estação chuvosa. Tanto os vales secos com fundo em U aberto quanto as depressões não apresentam depósitos sedimentares de fundo.

Imediatamente a oeste da área representada na figura 1, a configuração dos vales modifica-se. Os cursos d'água apresentam-se cada vez menos encaixados (figu-



ra 3) e a cornija desaparece: o entalhamento do substrato vai ocorrer mais próximo ao desaguadouro no vale principal, do rio do Peixe.

É possível reconhecer, na área de Oscar Bressane, a transição do sistema de relevo de colinas médias para as colinas amplas, tal como definidos pelo IPT (1981). Além dos aspectos descritos acima, a rede de drenagem torna-se menos densa para oeste e os interflúvios, consequentemente, mais amplos, com convexidade menos acentuada e menores declividades. Outra diferença marcante entre as áreas de colinas médias e a de colinas amplas é a presença, nas primeiras, dos vales secos em U aberto, que aumentam consideravelmente a movimentação do relevo; nesse sentido, as vertentes do sistema de colinas amplas são mais regulares e muito menos entalhadas.

Os aspectos mostrados pelas frentes de alteração das rochas permite estabelecer uma clara distinção entre as Formações Adamantina e Marília. Como indicado na figura 3, ocorrem processos de dissolução do cimento carbonatado dos arenitos da Formação Marília, obedecendo linhas estruturais (fraturas e diáclases) que permitem a penetração das soluções, sob a forma de línguas afuniladas, com mais de 2 m de profundidade; a transição da rocha sã para a parte alterada, já com as características do material latossólico microagregado, se faz em poucos centímetros, com perda do  $\text{CaCO}_3$ . No cortes mais profundos, a parte alterada aparece sob a forma de pináculos, como nas alterações cársticas; o topo desses pináculos afloram, algumas vezes, na superfície do solo conservando o carbonato de cálcio. O material resultante da alteração entre os pináculos, como assinalado, e acima dos seus topos, apresentam estrutura microagregada, que parece ser a primeira manifestação da organização pedológica.

Os materiais da Formação Adamantina alteram-se de forma mais homogênea e a frente de alteração é mais regular, com uma passagem por uma fase onde ainda se observa a estrutura original conservada. Na parte das vertentes abaixo das cornijas, como se observa ao longo do ribeirão da Panela (figura 2), solos e alterações são pouco espessos e a rocha é observada em pequenos ressaltos.

As coberturas pedológicas acompanham os sistemas de relevo. Sobre as colinas médias, até Oscar Bressane, ocorrem tipos de organização similares aos observados no topo do platô por FERNANDES BARROS (1985) e CASTRO (1990): nas colinas cujas partes cimeiras são mais amplas, aparecem inicialmente os Latossolos com estrutura micro-agregada que passam lateralmente, após a ruptura de declive do topo, para solos que apresentam um horizonte superficial A empobrecido em argila, sobre o horizonte B dito textural, com estrutura poliédrica de faces lisas e brilhantes e que passa progressivamente para a estrutura microagregada em profundidade, até a rocha (arenito com  $\text{CaCO}_3$ ). Esse tipo de pedossequência está indicado na figura 3, nas vertentes que descem para os ribeirões da Panela e do Engano.

Nas colinas onde as partes cimeiras são mais estreitas, e que encontram-se em altitudes mais baixas que as anteriores, não aparecem as organizações latossólicas de topo, limitando-se apenas aos horizontes que encontram-se abaixo das estruturas poliédricas, como representada na figura 4. A sequência aí representada mostra dois aspectos importantes: a presença da ruptura de declive que marca a passagem para o terço inferior da encosta, com rocha a pouca profundidade (com  $\text{CaCO}_3$ ) e para juzante, a mesma sucessão vertical de horizontes que a montante; a passagem para a depressão fechada mostra a transformação dos solos para areias, com perda quase total de argila e o aparecimento de hidromorfia. Esses dois aspectos indicam que as organizações latossólicas constituem a pedoplasmação primeira por alteração da rocha e, por outro lado, que as organizações com estrutura poliédrica podem se formar a partir das latossólicas ou, pelo menos no caso da sequência estudada, da alteração da rocha (quando esta se encontra a pequena profundidade); o segundo aspecto confirma o que foi observado de modo generalizado, que as formas de vale em U aberto e as depressões não apresentam sedimentos de fundo.

A oeste de Oscar Bressane, como indicado na figura 3 no inteflúvio dos ribeirões do Engano e Campes- tre, ocorrem coberturas latossólicas microagregadas em quase toda a extensão das vertentes. Corresponde à passagem para o sistema de colina amplas, com topos cada vez mais amplos, vales menos encaixados e ribeirões correndo sobre rocha. Ocorre apenas a transfor-



mação mais próxima da base das vertentes para materiais arenosos e também pela alteração da rocha sob hidromorfia. Devido às condições desses materiais, não foi possível verificar a presença ou ausência de  $\text{CaCO}_3$  nas rochas; no entanto, o aspecto das partes alteradas observadas permite supor tratar-se da Formação Adamantina: camadas de arenito entremeadas por lentes de lamito e camadas de arenito muito fino, quase silito.

## RELAÇÕES ENTRE OS SOLOS E O MODELADO

Como já havia sido assinalado anteriormente, mais uma vez percebe-se que não há relação entre a natureza do substrato rochoso e o tipo de organização pedológica.

Ao contrário, há uma boa relação entre o tipo de cobertura pedológica e o modelado. Nos relêvos mais dissecados, sistemas de colinas médias do IPT (1981), aparecem as coberturas com transformação lateral B latossólico para B textural, com estrutura poliédrica, e areias hidromórficas na base das vertentes. Essas coberturas pedológicas representam organizações em desequilíbrio. No relêvos menos dissecados, de colinas amplas do IPT (1981), as organizações latossólicas microagregadas recobrem a quase totalidade das vertentes, com passagem para areias no sopé, representam coberturas pedológicas em equilíbrio.

O modelado e os solos mostram a ação de processos erosivos e geoquímicos nas suas evoluções.

São indícios de processos geoquímicos a dissolução preferencial dos arenitos com  $\text{CaCO}_3$ , configurando um carst enterrado, bem como a presença de formas de relêvo muito amplas. Estas correspondem aos vales abertos e às depressões, ambos sem sedimentos de fundo, cujas direções mostram um condicionamento estrutural. Depressões fechadas e vales em U vem sendo encontrados sobre rochas básicas, rochas mais silicosas como migmatitos, sedimentos silto-arenosos e rochas granitoides, em todo o Brasil de sudeste, e vem sendo interpretados como consequência de processos geoquímicos (FRANÇOSO et alii, 1976, QUEIROZ NETO E JOURNAUX, 1978, QUEIROZ NETO et alii, 1991).

As rupturas de declive com afloramentos de rocha, até a formação de cornijas, são indícios de ações erosivas do modelado. Essas rupturas mostram o desaparecimento das coberturas pedológicas iniciais. No entanto, dois casos podem ocorrer: os afloramentos não interrompem a continuidade de certos horizontes (como assinalado na figura 4) e, inclusive, abaixo delas na vertentes, voltam a aparecer horizontes similares aos de montante; os afloramentos interrompem completamente a continuidade dos horizontes, e abaixo delas as vertentes são recobertas por materiais alterados pouco espessos (como ocorre abaixo das cornijas assinaladas nas figuras 2 e 3). É possível conferir significado diferente a esses dois casos, em termos de antiguidade das ações: as do primeiro caso seriam mais antigas.

Esses aspectos permitem propor uma primeira tentativa de interpretação de evolução do modelado, em relação aos processos de alteração das rochas/pedogênese e de erosão:

- I - a) uma alteração/pedogênese latossólica generalizada ao longo das colinas do vale do Peixe, a partir de uma superfície terciária (?); a alteração/pedogênese latossólica microagregada parece ser um fato constante no tempo, já que constitui sempre a primeira forma de organização observada.
- b) Sobre essa superfície, e contemporaneamente à alteração sobre rochas carbonatadas, a dissolução geoquímica preferencial se instala. Delineia-se a rede de drenagem, a partir de depressões fechadas e vales amplos sem escoamento superficial. Sobre rochas não carbonatadas, o delineamento da rede de drenagem também se faz a partir de ações geoquímicas de profundidade sobre linhas estruturais de fraqueza, mas de modo menos intenso.

Em ambos os casos pressupõe-se abaixamento generalizado do nível de base.

- II - Uma fase de entalhe fluvial mais acentuada devido à uma mudança do nível de base (tectônica, mudança climática), obedecen-



do ao delineamento esboçado, que acompanha as grandes linhas estruturais. Processos erosivos mais intensos nas vertentes acabam por cortar em bisel as coberturas pedológicas até o afloramento de rocha.

Há uma modificação da posição do lençol freático: com seu abaixamento, há um aumento do fluxo interno das soluções (velocidade, vazão, intensidade), possibilitando de um lado maior facilidade de exportação de matéria e causando um desequilíbrio nas vertentes, onde se instalam os sistemas de transformação. Fenômenos similares já haviam sido assinalados anteriormente não só sobre o platô de Marília, como também por BOCQUIER (1973), BOULET (1978) e CHAUVEL (1977) na África e BOULET (1978) na Guiana Francesa.

III – Reinstala-se nova fase de modelagem do relevo por processos geoquímicos, com o prosseguimento dos sistemas de transformação remontante da cobertura pedológica e formação de solos com forte diferenciação vertical de horizontes. Esses processos são pelo menos contemporâneos àqueles responsáveis pelo modelado, pois os horizontes resultantes são paralelos à topografia atual.

Assim, tudo indica que somente quando combinam-se o entalhe fluvial mais energético e as ações geoquímicas é que manifestam-se os desequilíbrios da cobertura pedológica. A justaposição dos sistemas pedológicos com o modelado parecem indicar que o desenvolvimento das frentes de alteração e dos sistemas de transformação são dependentes da evolução geomorfológica de conjunto da bacia do rio do Peixe. Os eventuais ciclos quaternários teriam ocasionado apenas retoques no modelado, sem maior influência sobre a distribuição das coberturas pedológicas, a não ser pela possibilidade de evolução dos sistemas de transformação após o entalhamento fluvial mais vigoroso.

As duas áreas de relevo e coberturas pedológicas constituem o essencial da paisagem regional. No entan-

to, a montante no vale do Peixe ocorreria uma terceira unidade, situada no sopé da escarpa arenítica e de morros testemunho. Essa unidade inicia-se por solos pouco espessos do tipo Brunizem, a cavaleiro de vertentes de maior declive, e por materiais de fundo, com características vérticas, relacionados aos sedimentos fluviais recentes. Essa 3ª unidade da paisagem parece ter extensão limitada e suas relações com as sequências de solos com diferenciação lateral importante estão sendo pesquissadas.

## ABSTRACT

The landforms with main size hills and steep slopes show pedological cover with lateral transformations into important vertical differentiation (eluviated horizons/B blocky structures). The landforms of gently hills and slopes show a equilibrated pedological cover (microaggregate latosols) with only a hydromorphic transition at the bottom slopes.

These peculiarities of the relief and its pedological cover were the results of a initial period of intense chemical weathering and latosolic pedogenesis (microaggregation) with differential reduction of the relief to a gently landforms. Only where the geochemical action was associated with a powerfull fluvial incision, importants desajustements occurred on the pedological cover, developping lateral transformations systems and vertical differentiation of horizons.

## RESUMO

As áreas de colinas mais dissecadas, com encostas de maior declividade, apresentam coberturas pedológicas com transformações laterais em diferenciações verticais importantes (solos com horizonte B textural). As áreas de colinas mais amplas e menos dissecadas apresentam cobertura pedológica em equilíbrio (Latosolos microagregados), apenas com passagem hidromórfica na base.

Essas características do modelado e de cobertura pedológica manifestaram-se após uma fase inicial de alteração e pedogênese latossólica (microagregação) e de rebaixamento diferencial por subtração geoquímica. Somente onde a ação geoquímica associou-se o entalhe fluvial mais enérgico, ocorreram desequilíbrios importantes na cobertura pedológica, com instalação de sistemas de transformação lateral e diferenciação de horizontes.

## BIBLIOGRAFIA

- BOCQUIER, G. - 1973 - Génèse et évolution de deux toposséquences de sols tropicaux du Tchad. Interprétation biogéodynamique. Mém. ORSTOM 62, 350 p.
- BOULET, R. - 1978 - Toposséquences des sols tropicaux en Haute-Volta. Équilibres et déséquilibres pedobioclimatiques. Mém. ORSTOM 85, 272 p.
- BOULET, R. - 1978 - Existence de systèmes à forte différenciation latérale en milieu ferrallitique Guyanais. Un nouvel exemple de couverture pédologique en déséquilibre. Sci. Sol 2:83-93.
- CARVALHO, A. - 1976 - Solos da região de Marília. Relações entre a pedogênese e a evolução do relevo. São Paulo, USP, FFLCH, Departamento de Geografia, 163 p. (Tese Doutorado).
- CASTRO, S.S. - 1990 - Sistemas de transformação pedológica em Marília, SP: B latossólicos e B texturais. São Paulo, USP, FFLCH, Departamento de Geografia, 274 p. (Tese de Doutorado).
- CHAUVEL, A. - 1977 - Recherches sur la transformation des sols ferrallitiques dans la zone tropicale à saisons contrastées. ORSTOM, Trav. et doc. 62, 532 p.
- FERNANDES BARROS, O.N. - 1985 - Análise estrutural e cartografia detalhada de solos em Marília, estado de São Paulo: ensaio metodológico. São Paulo, USP, FFLCH, Departamento de Geografia, 146 p. (Dissertação de Mestrado).
- FRANÇOZO, S.S.C., AILLAUD, C. & QUEIROZ NETO, J.P. - 1976 - Depressões doliniformes no platô de Itapetininga, SP: tentativa de interpretação. Anais XXVIII Congr. Bras. Geol. 3:85-90.
- IPT - 1981 a - Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (escala 1:1.000.000). São Paulo, Inst. Pesq. Tecnol. Est. São Paulo, Div. Minas Geol. Aplic., Monografia 5, 94 p, 5 tabelas, 1 mapa.
- IPT - 1981 b - Mapa Geológico do Estado de São Paulo (escala 1:500.000). São Paulo, Inst. Pesq. Tecnol. Estado de São Paulo, Div. Minas Geol. Aplic. Monografia 6, 126 p., 1 mapa.
- QUEIROZ NETO, J. P., BOULET, R., CASTRO, S.S., CURMI, P. & PELLERIN, J. - 1991 - Depressões de topo em migmatitos de Sorocaba do Sul (SC): primeiros resultados. Belo Horizonte, VII Seminário "Análise estrut. Cobertura Pedol.: Aplicações Est. Interdisciplinar Amb. Trop. Bras., 6 p.
- QUEIROZ NETO, J.P. & JOURNAUX, A. (coord.) - 1978 a - Carta do modelado e das formações superficiais do médio vale do rio Parateté (escala 1:25.000). São Paulo, USP, Instituto de Geografia.
- QUEIROZ NETO, J.P. & JOURNAUX, A. (coord.) - 1978 b - Carta geomorfológica do vale do rio do Peixe em Marília, SP (escala 1:100.000). São Paulo, USP, Instituto de Geografia.
- QUEIROZ NETO, J.P. & JOURNAUX, A. (coord.) - 1978 c - Carta das formações superficiais do vale do rio do Peixe em Marília, SP (escala 1:100.000). São Paulo, USP, Instituto de Geografia.



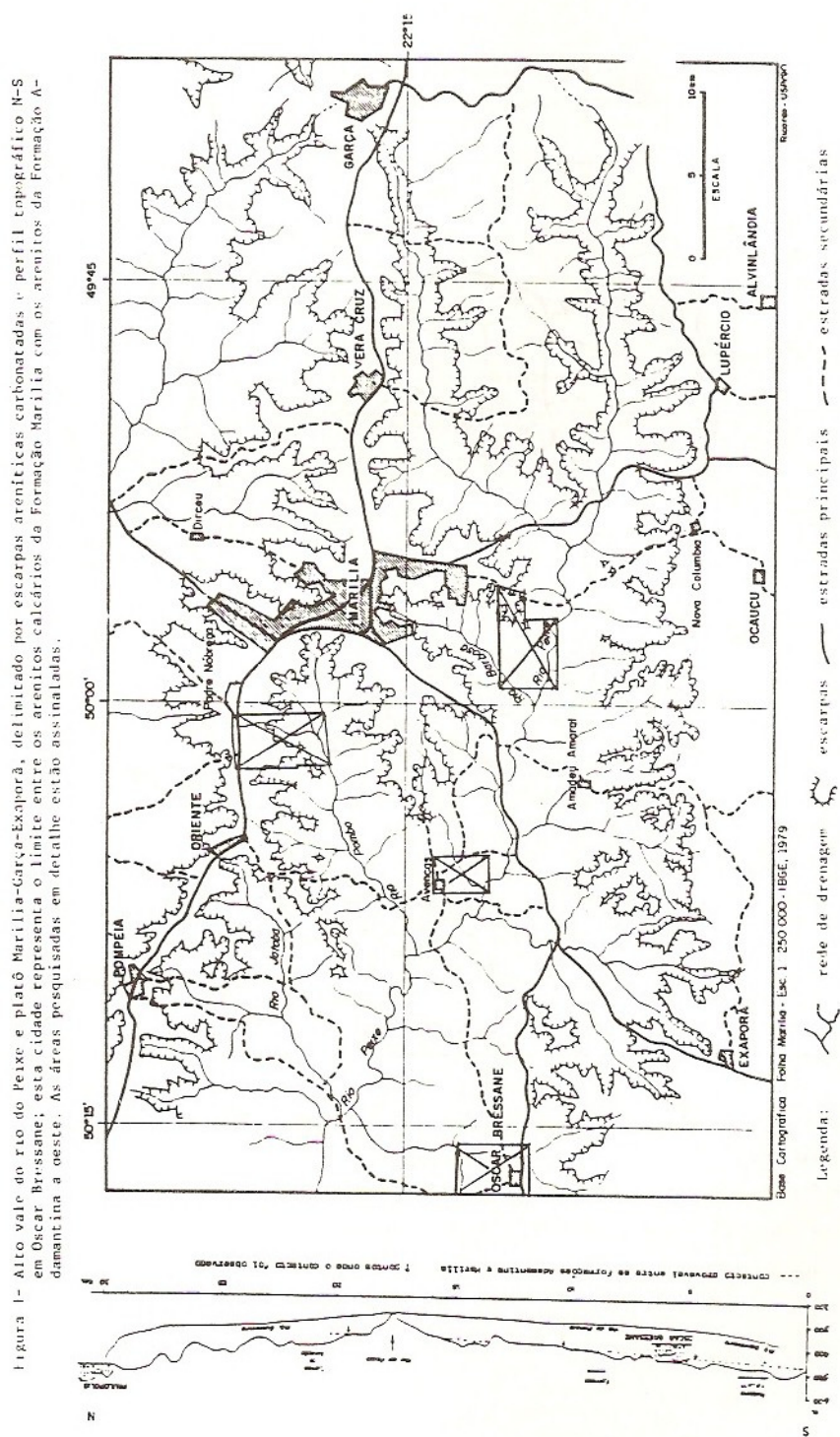
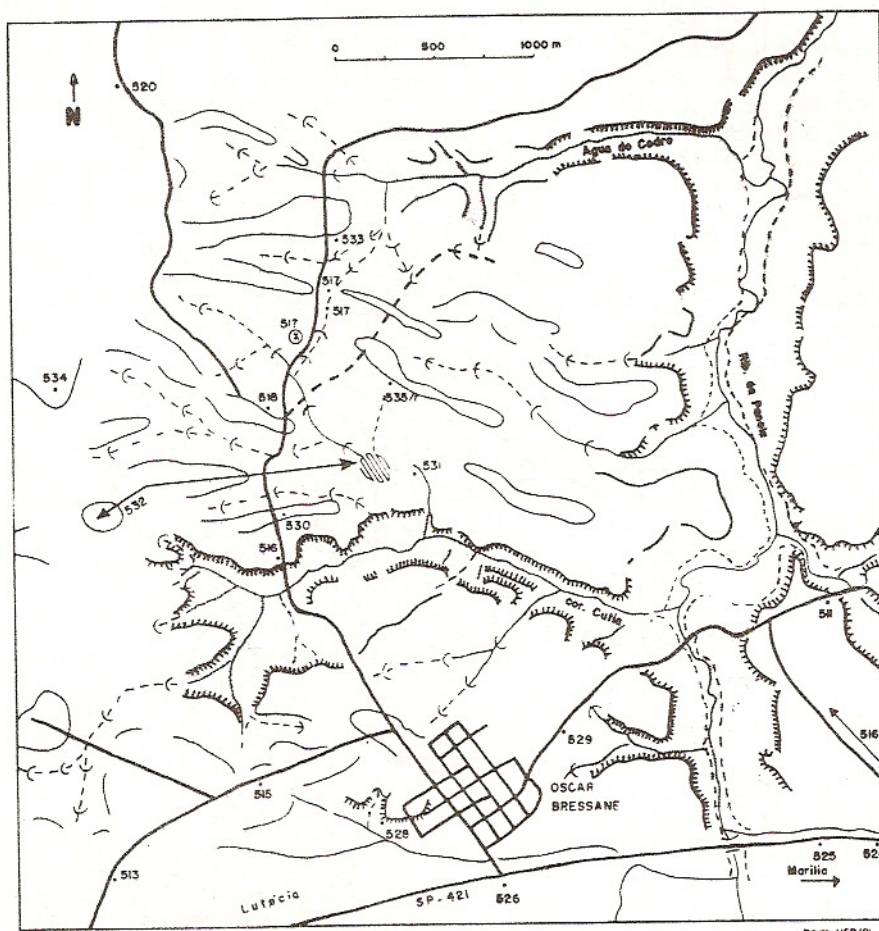


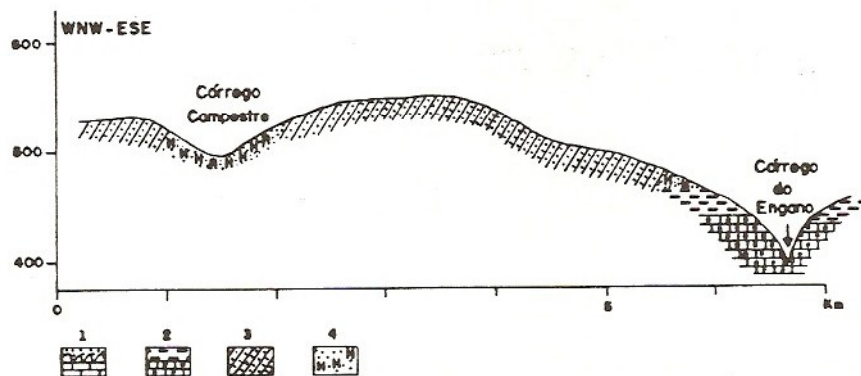
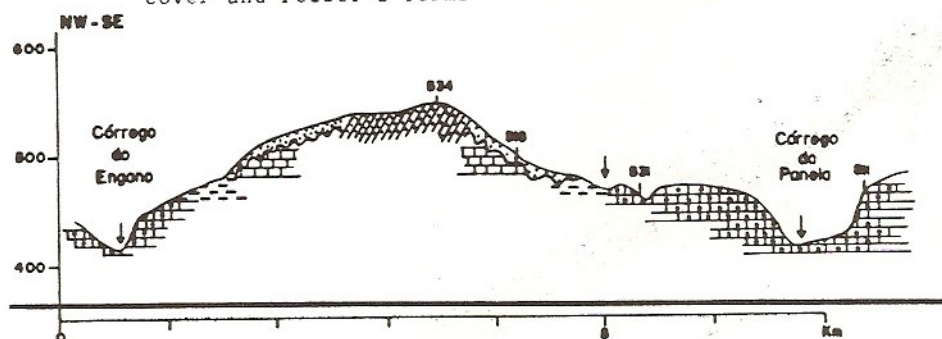
Figura 2: Principais formas de relevo da região de Oscar Bressane, estabelecidas por fotointerpretação e controle de campo; estão indicados os pontos de tradagem profunda e as topossequências estudadas.



- 1- estradas; 2- caminhos; 3- zona urbana; 4- ruptura de declive convexa; 5- ruptura de declive côncava; 6- depressão fechada com espelho d'água; 7- entalhe fluvial abaixo da s coberturas de alteração; 8- ruptura de declive com cornija; 9- fundo de vale em U; 10- pontos de tradagem; 11- topossequências estudadas; 12- limites das várzeas.



section showing the relation between pedological cover and relief's forms

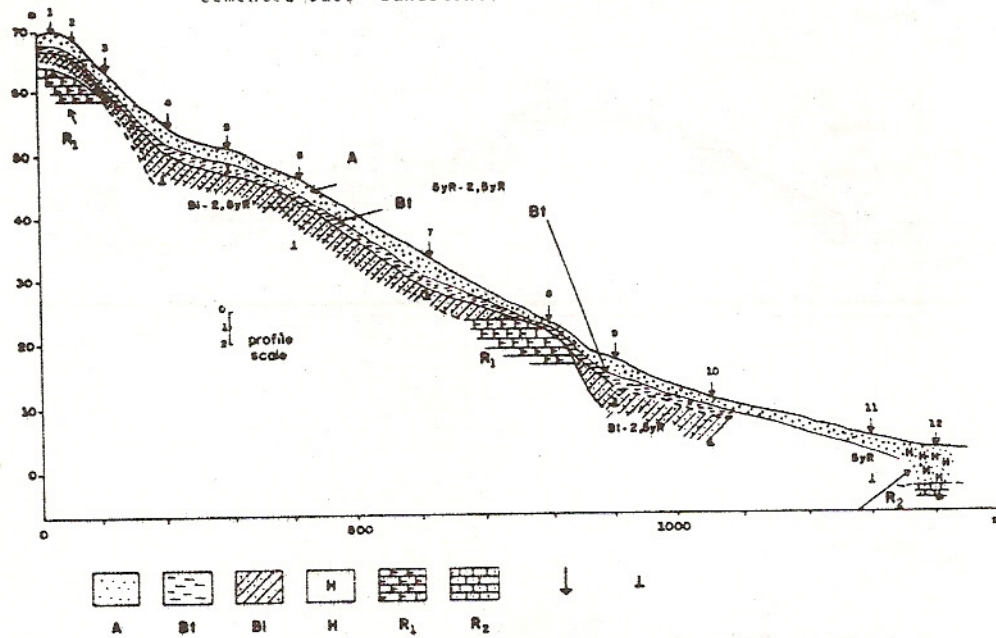


1- B textural soils with underground karst; 2- water table on top of Adamantina sandstone; 3- B latossolic soils both on Marília and Adamantina sandstones; 4- hydromorphic sandy soils

Pardo - USP/91



Fig. 4 - Toposequence in 532 point showing the pedological cover on cemented  $\text{CaCO}_3$  sandstone.



A- A sandy horizon with clay lamellae; Bt- Yellowish red/red blocky structure horizon; B1- Red, very fine granular-microaggregate structure; H- mottled hydromorphic soil; R<sub>1</sub>- cemented  $\text{CaCO}_3$  sandstone; R<sub>2</sub>- sandstone without  $\text{CaCO}_3$