

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E PEDOLÓGICA DE UMA DEPRESSÃO (SERRA-ES-BRASIL)

Morphological and pedologic characterization of a depression (Serra-ES-Brazil)

Luiza Leonardi Bricalli

Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Espírito Santo, Brasil
luiza.bricalli@ufes.br

José Pereira de Queiroz Neto

Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil
jpeqneto@hotmail.com

Artigo recebido em 20/04/2014 e aceito para publicação em 25/06/2015

RESUMO: Este estudo tem como objetivo principal caracterizar a cobertura e morfologia dos solos de uma depressão e levantar hipóteses de sua origem. A base metodológica utilizada foi a *Análise Estrutural da Cobertura Pedológica* integrando o reconhecimento da cobertura pedológica a partir de 4 (quatro) etapas: i) Levantamento topográfico; ii) Tradagens; iii) Elaboração de toposequência e; iv) Abertura de trincheira. Com base no reconhecimento da cobertura pedológica realizado e na elaboração de um mapa de formas de relevo da área, a partir de técnicas de fotointerpretação em fotografia aérea, foi possível identificar a existência de pequenas áreas deprimidas alinhadas no fundo da depressão. A toposequência elaborada mostrou que a cobertura pedológica apresenta oito (8) horizontes de solo e um desnível de aproximadamente 9 m do topo da vertente até o início da depressão. O avanço do horizonte *gley* e a intercalação de áreas deprimidas com áreas mais elevadas, desde a depressão, seguindo a montante na vertente, pode ser indício de uma evolução remontante (de jusante para montante) da depressão. A origem da depressão pode estar relacionada à perda de material por dissolução geoquímica. Foi possível estabelecer 6 (seis) estágios de evolução da depressão.

Palavras-chave: Solos. Depressão. Análise Estrutural da Cobertura Pedológica. Dissolução geoquímica.

ABSTRACT: This study aims to characterize the morphology of the soil cover and a depression and hypotheses of its origin. The methodological basis was a *Structural Coverage Analysis Pedologic* integrating the recognition of soil cover from four (4) steps: i) topographic survey; ii) auger; iii) elaboration of toposequency; iv) opening trench. Based on the recognition of realized and pedological cover the preparation of a map of landforms in the area, from photointerpretation techniques in aerial photography, it was possible to identify the existence of small depressed areas aligned in the bottom of the depression. The elaborate toposequency showed that soil cover features eight (8) soil horizons and a vertical drop of approximately 9 m from the top of the slope to the onset of depression. The advancement of gley horizon and merge depressed areas with higher elevations, from depression, following upstream in shed may be a sign of a remontant evolution (from downstream to upstream) of depression. The origin of depression may be related to loss of material due to geochemical dissolution. It was possible to establish six (6) stages of evolution of depression.

Keywords: Soil. Depression. Structural Analysis Coverage Pedologic. Geochemical Dissolution.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1982-451320150209>

INTRODUÇÃO

O presente artigo trata-se de uma pesquisa de Geografia Física, de cientificidade bipartite - geomorfologia e pedologia - na linha de estudo da evolução geomorfológica, com ênfase no estudo dos materiais, representado pelos solos, a partir da aplicação do procedimento da *Análise Estrutural da Cobertura Pedológica*, em uma depressão localizada no topo de uma colina do embasamento pré-cambriano na borda do maciço Mestre Álvaro, município de Serra (ES), sudeste do Brasil.

A pesquisa teve como objetivo geral caracterizar a cobertura e morfologia dos solos da depressão e levantar hipóteses de sua origem a partir da abordagem *Análise Estrutural da Cobertura Pedológica* (BOULET, 1988; BARROS, 1985; QUEIROZ NETO, 2001; BRICALLI, 2006).

A sistematização da ciência geomorfológica nasce com Davis (1899), que dando prosseguimento aos estudos de Gilbert (1877), estabelece uma interpretação dinâmica da evolução geral do relevo (Ciclo Geográfico) enfatizando a importância geológica na morfogênese. As ideias de Davis foram contestadas por Penck (1924), que valorizou o estudo dos efeitos processuais. Num segundo momento a evolução dos estudos seguem tendências fundamentadas na Teoria Geral dos Sistemas e no processo de quantificação. Onde destaca-se os trabalhos de King (1953), que estabelece proximidade ao conceito de estabilidade tectônica considerado por Davis e utilizando o modelo de recuo paralelo das vertentes, proposto por Penck (1924). E posteriormente Hack (1960), com um enfoque acíclico do conceito de equilíbrio dinâmico e considerando o modelado como produto de uma competição entre a resistência dos materiais crustais e o potencial das forças de denudação (CASSETI, 2001).

No Brasil, esses trabalhos tiveram grande influência, onde podemos reconhecer esse fato a partir do trabalho de Ab'Saber (1969) que estabelece três níveis sobre a pesquisa geomorfológica proposta na tríade dialética forma-estrutura-processos.

Durante muito tempo a geomorfologia enfatizou seus trabalhos no estudo do clima. Atualmente observa-se uma ênfase no estudo dos

processos, onde estes seriam comandados por forças endógenas e exógenas (GUERRA, 2001).

Atualmente, principalmente no Brasil, a ênfase é dada para o estudo dos processos (GUERRA, 2001) para explicar a gênese das formas e poucas são as pesquisas que sugerem o estudo dos materiais (solo e rocha) – que estruturam o relevo – em geomorfologia.

Solo é uma “...massa de elementos agregados, geralmente friáveis, que encontra-se na superfície da parte emersa da crosta terrestre, resultante das ações da atmosfera e biosfera sobre a litosfera, durante um tempo determinado”, definição essa citada por Aubert na introdução do curso de Pedologia na ORSTOM e citado por Queiroz Neto (1984).

A pedologia tornou-se ciência autônoma a partir dos trabalhos realizados na Ucrânia (Rússia) pelo geólogo e geoquímico Dokuchaiev entre 1887 e 1880 (AUBERT e BOULAINÉ, 1967) e que a partir desses estudos surge a primeira classificação de solos baseada na “Lei da zonalidade”.

Ao longo desses anos a evolução da pedologia passou por diversas correntes de pensamento.

Na década de 60 percebe-se que estes estudos evidenciavam somente a concepção de verticalidade dos fenômenos de alteração entre substrato rochoso e perfil de solo que segundo Barros (1985) fora observado por Milne (1936) e por Queiroz Neto (1976).

Na década de 70 – no Brasil – há uma preocupação com a interpretação dos perfis de solos em ações de erosão e deposição, variadas no tempo e no espaço (QUEIROZ NETO *et al*, 1973; PENTEADO & RANZANI, 1973; QUEIROZ NETO, 1976; CARVALHO, 1976). Começa-se a perceber também a preocupação na interpretação do solo como processos geomorfológicos.

No exterior, na década de 60 observam-se enfoques diferenciados: Pedólogos da ORSTOM em estudos sobre as transformações pedogenéticas de forma contínua no espaço e no tempo que tiveram como ponto de partida o trabalho de Milne (1935 e 1936) em sua concepção de catena; Delvigne (1965): estudo do solo para entender a redistribuição de elementos ao longo das vertentes. Em 70, seguem os seguintes estudos: Ruellan (1970): descrição das características pedológicas e dados laboratoriais,

movimentos laterais de partículas e de soluções na superfície do solo e, ainda, o movimento lateral do próprio solo; Bocquier (1973): migração lateral e diferencial dos elementos químicos, Boulet (1978): valorização às variações laterais ao longo da cobertura pedológica – toposequência; Boulet (1978b; 1979): distribuição espacial dos solos e “gestação” da “Análise Estrutural da Cobertura Pedológica”.

Em linhas gerais, o trabalho é constituído de uma caracterização preliminar da área onde se insere a depressão, da apresentação dos materiais e métodos utilizados na pesquisa e, finalmente, da análise e interpretação dos dados adquiridos ao longo da pesquisa. As considerações finais representam reflexões sobre as dificuldades encontradas durante a pesquisa e, principalmente de reflexões sobre a complexidade de se estudar evolução de paisagem.

ÁREA ESTUDADA

Localização Geográfica

A área estudada corresponde a uma feição geomorfológica: depressão em uma colina presente em um maciço cristalino no estado do Espírito Santo (sudeste do Brasil) (Figura 1), localizada na borda do maciço costeiro “Mestre Álvaro” – montanha com amplitude topográfica superior a 800 metros – localizada no município de Serra-ES, que corresponde à cúpula de um batólito gnaissificado nas bordas, cujo relevo possui acentuado controle tectônico (GATTO *et. al.*, 1983).

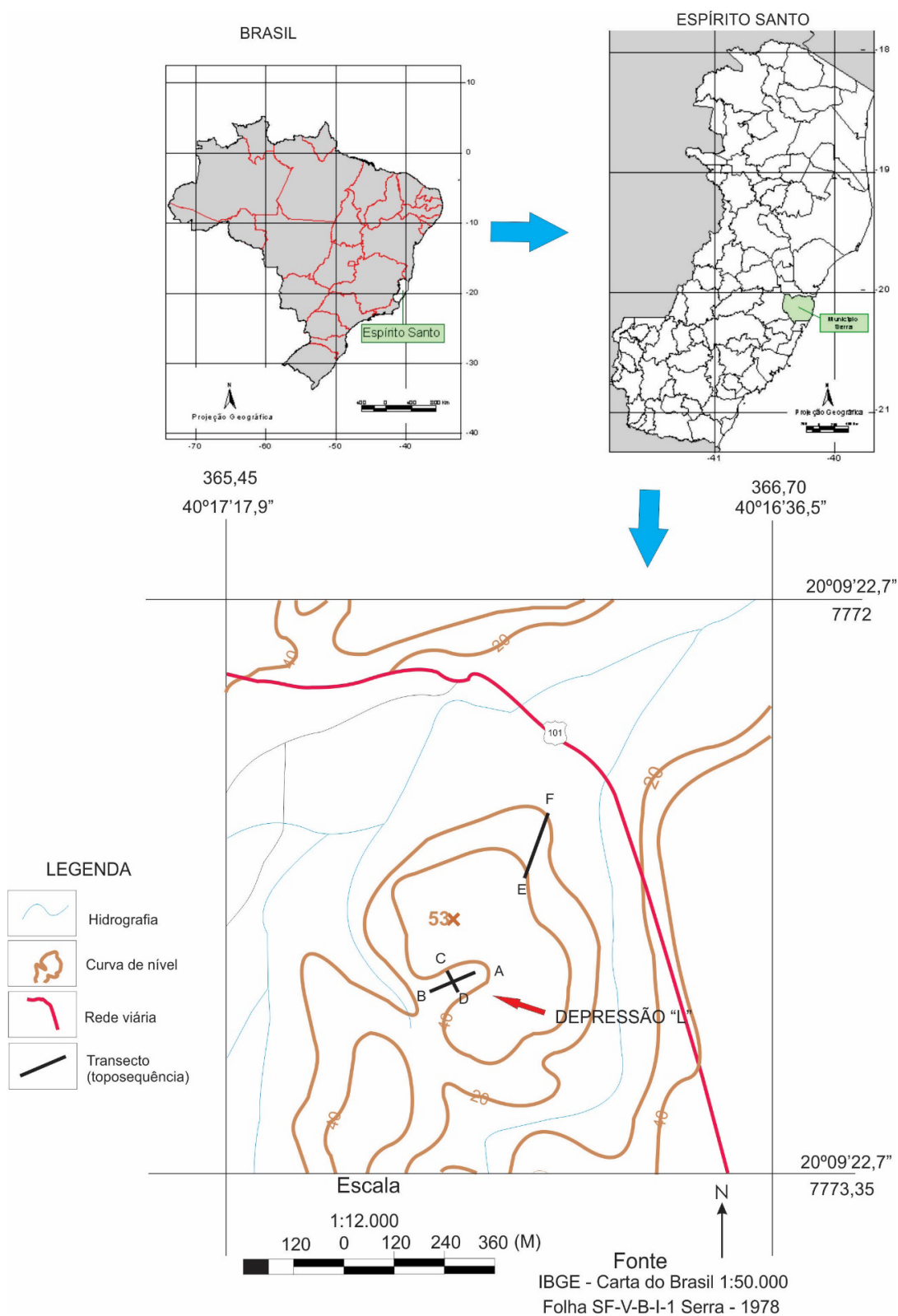
Geomorfologia

Segundo Gatto *et. al.* (1983) a área encontra-se na Unidade Geomorfológica *Colinas e Maciços Costeiros*, Região *Colina e Maciços Costeiros* e Domínio de *Faixa de Dobramentos Remobilizados*. A Unidade Geomorfológica é caracterizada por colinas côncavo-convexas e um conjunto morfológico mais elevado, integrado pelas serras e maciços litorâneos, com diferentes tipos de modelados de dissecação. As colinas desta unidade englobam fácies de dissecação de densidade de drenagem fina e média com incisões

entre 23 e 62m. Há colinas de forma convexas e/ou convexo-côncavas que são separadas por depressões alveolares colmatadas e planícies aluviais que são semelhantes em toda a sua continuidade espacial (GATTO *et. al.* 1983).

As colinas dessa unidade, incluindo a colina estudada, apresentam geralmente colúvio no topo separando este material superior da alteração da rocha sã. Os colúvios estariam geralmente relacionados a fluxos de massas oriundos de encostas dos maciços e serras circundantes (GATTO *et. al.* 1983). O domínio que abrange a unidade em estudo é caracterizado por evidências de movimentos crustais, com marcas de falhas, deslocamentos de blocos e falhamentos transversos, mostrando o controle estrutural sobre a morfologia. Isto pode ser observado pela presença de extensas linhas de falhas, escarpas, relevos alinhados (GATTO *et. al.* 1983).

Figura 1 – Localização geográfica da área estudada



Geologia

A depressão está inserida na Unidade Geológica *Suíte Intrusiva Espírito Santo* (MACHADO FILHO et. al., 1983), que apresenta litologia de rochas graníticas pós-tectônicas, normalmente cinza de granulação média a fina e granitos sintectônicos com domínios restritos migmáticos. O caráter *sin* e pós-tectônico é, em relação ao *Ciclo Brasileiro*. Apresentam coloração entre cinza médio e rosa-claro, granulação média a grosseira, com tipos porfiroblásticos abundantes. A composição mineralógica não varia muito, podendo-se identificar feldspatos brancos e róseos, quartzo e subordinadamente biotita e/ou anfibólio e, em algumas fases migmatíticas granada rósea. Geralmente as texturas exibem efeitos de deformação cataclástica, com fraturamento, trituração e recristalização (MACHADO FILHO et. al., 1983).

Estruturalmente mostram-se foliadas ou maciças, com cataclase constante. Os corpos graníticos da fase pós-tectônica apresentam-se estruturalmente homogêneos, com orientação apenas nas bordas, por efeito da intrusão, ou ao

longo de zonas de falhas (MACHADO FILHO et. al., 1983). Ao longo da área observa-se presença de falhas normais e/ou fratura na direção SE-NW (MACHADO FILHO et. al., 1983). São datadas do Proterozóico Superiores, revelando idade de 600 a 450 MA, caracterizando sua formação no Ciclo Brasileiro.

Pedologia

O mapa de Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Espírito Santo escala 1:400.000 mostra que a área apresenta Latossolo Vermelho Amarelo distrófico coeso, A moderado, textura argilosa, fase floresta subperenifólia, relevo plano e suave a ondulado (Platôs litorâneos). O mesmo tipo de solo consta no mapa presente no site da EMBRAPA (2004) - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Escala 1:400.000 e Lepsch (2002).

Toda essa caracterização preliminar torna-se importante, pois contextualiza regionalmente a área estudada e está sintetizada no Quadro 1.

Quadro 1 – Características fisiográficas da área onde se insere a depressão

	<ul style="list-style-type: none"> • Unidade: <i>Colinas e Maciços Costeiros</i>
Geologia	<ul style="list-style-type: none"> • Unidade: <i>Suíte Intrusiva Espírito Santo</i> • Granitos pós-tectônicos com domínios migmáticos • Idade: Proterozóico Superiores, revelando idade de 600 a 450 MA
Pedologia	<ul style="list-style-type: none"> • Latossolo vermelho amarelo

Fonte: Organização do autor: 2003.

MATERIAIS E MÉTODOS

Operacionalmente, seguindo a proposta metodológica de Ab' Saber (1969) para pesquisa em Geomorfologia, procurou-se enquadrar as etapas da

pesquisa em cada nível considerado por esse autor. Essas etapas estão presentes no Quadro 2.

Quadro 2 – Os três níveis de tratamento da pesquisa geomorfológica segundo Ab'Saber (1969)

1º Nível de tratamento: Compartimentação da Morfologia do Relevo (Forma)	2º Nível de Tratamento: Estrutura Superficial da Paisagem (Estrutura)	3º Nível de Tratamento: Fisiologia da Paisagem (Processo)
<ul style="list-style-type: none"> Esta etapa corresponde à contextualização regional da área: geologia, geomorfologia e pedologia e ao mapeamento de formas de relevo. 	<ul style="list-style-type: none"> Esta etapa corresponde aos trabalhos de campo a partir dos estudos de solos e geologia 	<ul style="list-style-type: none"> Esta etapa corresponde aos processos que ocorrem no solo verificados em campo, sua morfologia e funcionamento

Fonte: Organização do autor: 2003.

Em seguida, foram realizadas 2 (duas) etapas metodológicas: i) mapeamento de formas de relevo e; ii) estudo da cobertura pedológica através da *Análise Estrutural da Cobertura Pedológica*.

Mapa de Formas de Relevo

O mapa de formas de relevo foi elaborado a partir de técnicas de fotointerpretação sobre fotografia aérea da Fóton Imagens (1998), escala 1:9.000.

Foram utilizados *overlays* para mapear a morfologia do relevo e, em seguida, foram digitalizados no *CorelDraw10*. Os elementos da fotografia aérea que foram observados foram tonalidade e textura principalmente, baseando-se no estudo de Sabins (1986).

A área de abrangência do mapeamento foi escolhida com o intuito de abranger a colina onde se insere a depressão para tentar mapear, com auxílio dos trabalhos de campo as características geomorfológicas mais relevantes para este trabalho.

Foram mapeados, primeiramente, a hidrografia – cursos temporários e perenes – planícies de várzeas e as formas dos vales. Em seguida, foram mapeados todos os topos e suas formas, juntamente com as rupturas de declive. Na parte onde não havia topos a serem mapeados foi delimitado o divisor d'água. Por último, foram mapeadas outras formas de relevo: as depressões.

Análise Estrutural da Cobertura Pedológica

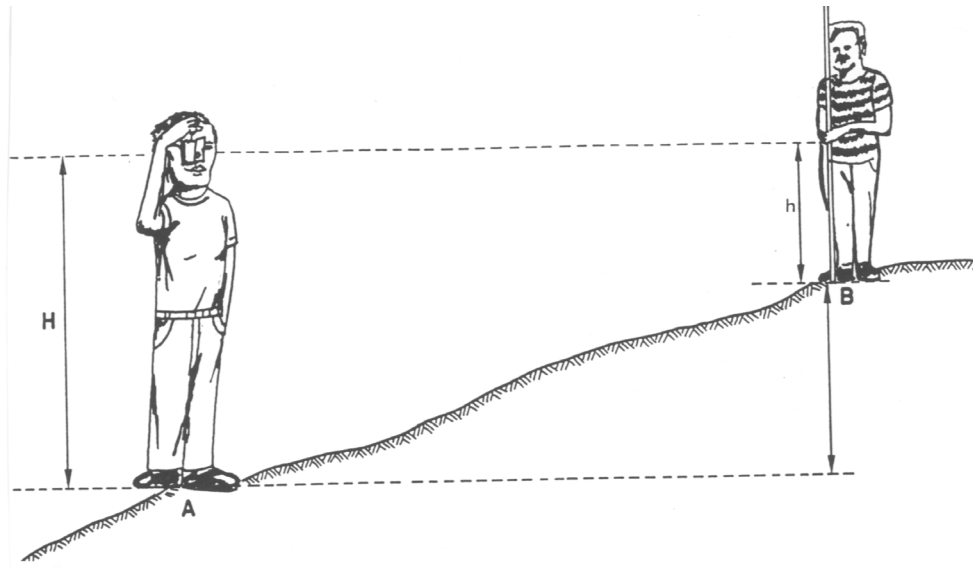
Os trabalhos de campo foram realizados de acordo com a metodologia da *Análise Estrutural da*

Cobertura Pedológica proposta por Boulet (1988), que será descrita nas linhas abaixo.

Levantamento topográfico

A topografia foi feita de acordo com a técnica encontrada em Boulet (1988), com utilização de clinômetro, trena e metro. O observador mede anteriormente a altura dos seus olhos (altura H). Depois, segurando o clinômetro ele visa a horizontal, mirando o metro a sua frente, com o clinômetro graduado a zero grau, e a pessoa que segura o metro desloca seu dedo até a altura enxergada pelo observador, obtendo assim a altura h, como mostra a Figura 2.

Figura 2 – Procedimento de altimetria



LEGENDA

A = Observador

B = Pessoa que segura o metro

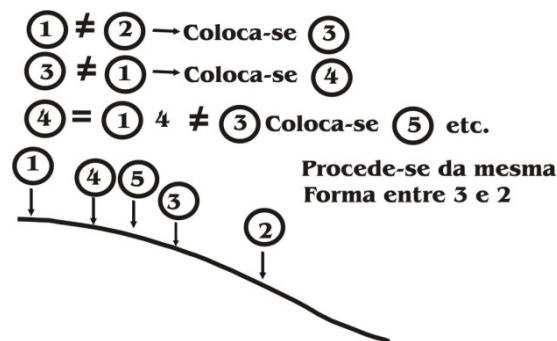
Fonte: Filizola, 1993.

Tradagens

O estudo iniciou-se no topo da vertente (adjacente à depressão) até o fundo da depressão, onde foram realizadas 12 tradagens. Segundo Boulet (1988), primeiramente faz-se a primeira tradagem no

topo da vertente e em seguida no sopé. Depois deve-se tradar exatamente no meio da vertente. A etapa seguinte é tradar entre duas tradagens e exatamente no meio delas, se houver diferenciação de horizontes, e assim se faz sucessivamente, até que não haja mais esta diferença, como exemplificado na Figura 3.

Figura 3 – Implantação de tradagens. Os números dentro dos círculos correspondem aos números das tradagens.



Fonte: Adaptado de: Boulet, 1988.

As amostras foram coletadas a cada 10 cm com utilização do Trado Holandês. Em cada amostra de solo coletada foi observado cor – com utilização da Carta de croma de solos (Tabela de *Munsell*); textura; tamanho e morfologia dos grãos de quartzo; presença de outros minerais e grau de alteração; consistência

(pegajosidade, plasticidade) e presença de volumes. Estas operações de campo foram registradas em pedocomparadores, (maleta de madeira, contendo dez fileiras de doze caixinhas de tamanho 4x4x4cm construídas com papel cartão) (Figura 4).

Figura 4 – Pedocomparador utilizado para amostras coletadas nas tradagens



As tradagens foram finalizadas ao atingir o lençol d'água ou quando o trado não perfurava mais, isso devido à existência de uma camada bastante dura que provavelmente correspondia à rocha sã ou uma camada dura de laterita (muito comum nessa região de transição entre o embasamento pré-cambriano e as rochas sedimentares da Formação Barreiras).

Representação bidimensional da cobertura pedológica

Toposequência

Os dados das tradagens (profundidades e espessura dos horizontes) foram plotados no perfil e os limites contínuos foram ligados. O aparecimento ou desaparecimento de horizontes demandava tradagens adicionais, até conseguir estabelecer com o máximo de precisão aquele aparecimento ou desaparecimento, para assim constituir a toposequência. Os horizontes

foram identificados em cada ponto e a eles denominados números e letras minúsculas para sua identificação e representação.

A toposequência foi realizada na direção N270, que acompanhava o fundo da depressão e possuía, aproximadamente, 75 m de extensão. Foram feitas 12 (doze) tradagens, abrangendo a vertente voltada para SW e o início da depressão, as quais atravessa as faces voltadas para NE e SW da trincheira.

Trincheira

A abertura da trincheira foi feita durante o curso *Análise Estrutural da Cobertura Pedológica*, ministrada pelos professores René Boulet e Heloíza Filizola. A abertura da mesma foi necessária para visualização e caracterização da morfologia dos horizontes, no sentido vertical e lateral, principalmente nas observações das transições laterais. Nas paredes da trincheira foram delimitados os horizontes, descritas

suas principais características pedológicas e anotadas em caderneta de campo. Foi aberta uma trincheira no sopé da vertente orientada para SW, devido à diferença de material encontrado na vertente e no início da depressão.

É importante ressaltar que a verificação da cobertura pedológica nesta depressão chega somente até a segunda dimensão, a terceira dimensão não é atingida neste trabalho. A primeira dimensão refere-se ao perfil vertical do solo; a segunda ao perfil lateral e a terceira a espacialidade atingida com as curvas de isodiferenciação.

RESULTADOS

Mapa de Formas de Relevo

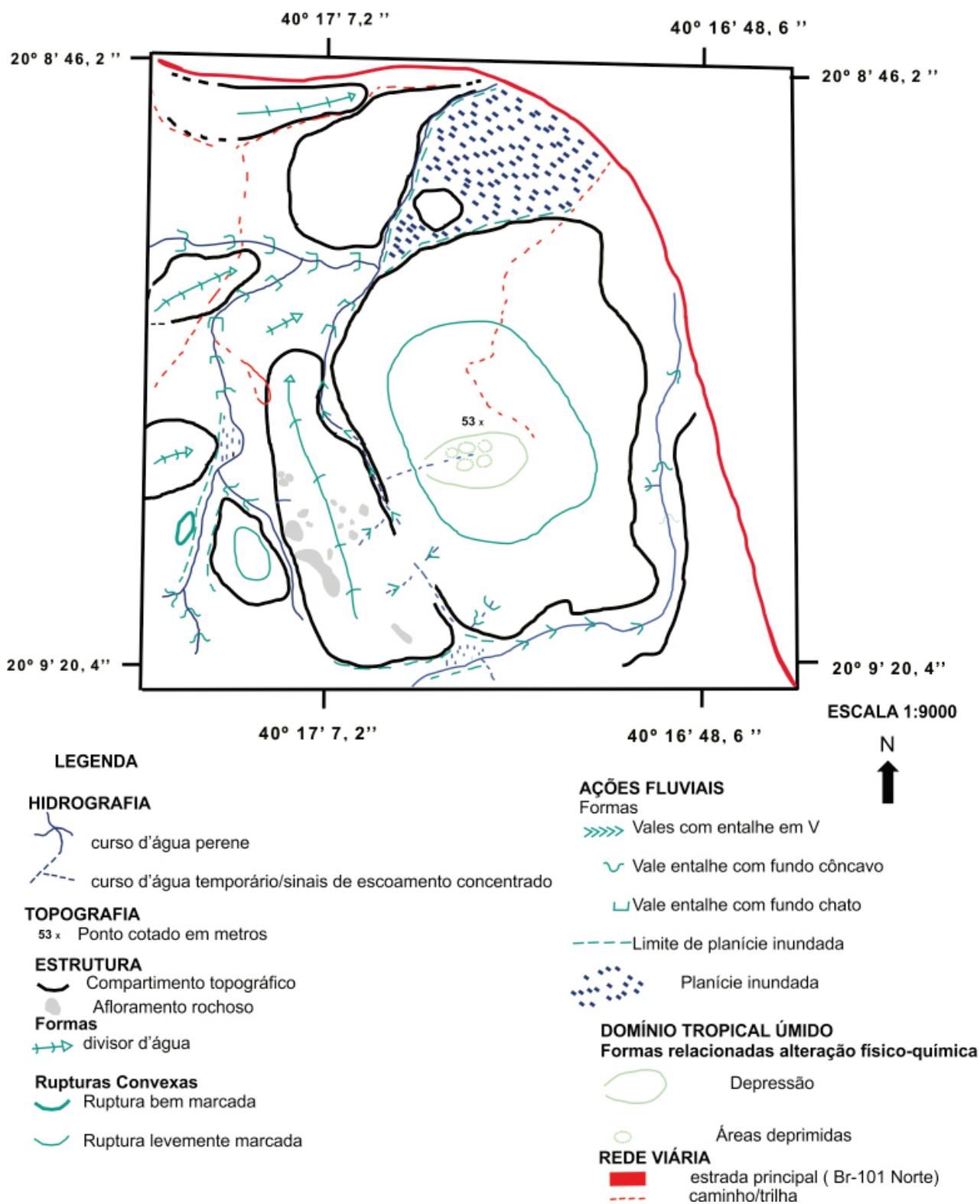
Observou-se que a morfologia dos vales que circundam a colina que se insere a depressão é geralmente de fundo chato, vertentes íngremes, típico de morfologias dos *Tabuleiros Costeiros*, uma vez que a colina encontra-se na transição entre os *Tabuleiros Costeiros* a leste e o relevo do embasamento pré-cambriano, a oeste. Alguns possuem entalhamento côncavo. Há destaque para uma planície de inundação à norte da colina e uma rede de drenagem de curso intermitente, circundando toda a colina (Figura 5).

O topo da colina é plano e dos outros compartimentos também são planos, típico das morfologias de topos dos *Tabuleiros Costeiros*, com exceção de um topo convexo. Existe ainda uma morfologia côncava no topo da colina que é a depressão em estudo.

Foi possível mapear nessas fotografias alguns níveis topográficos – também observados em campo – que não puderam ser observados na carta topográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) existente para área, na escala 1:50.000, em função da escala de abrangência. Esses níveis topográficos correspondem às pequenas áreas deprimidas dentro da depressão estudada. Essas pequenas depressões apresentam-se alinhadas no fundo da depressão, na

orientação E-W, aproximadamente (Figura 5). Esse alinhamento pode estar relacionado a lineamentos e/ou padrões de faturamento da crosta.

Figura 5 – Mapa de formas de relevo, com destaque para as depressões alinhadas no fundo da depressão.



Fonte: Organização do autor: 2003.

Análise Estrutural da Cobertura Pedológica

Observações gerais

Os trabalhos de campo e o mapa de formas de relevo mostraram a existência de pequenas áreas deprimidas (Figura 5) no fundo da depressão alinhadas na direção N270 e outras deslocadas, mas na mesma direção, podendo estar relacionadas a algum fraturamento da crosta. Havia a abertura de um canal na depressão.

A toposequência elaborada mostrou que a cobertura pedológica apresenta oito (8) horizontes (Figura 6) e um desnível de aproximadamente 9 m do topo da vertente até o início da depressão (Figura 6). Há presença de pequenas áreas deprimidas: entre D2 e D4 (depois do cotovelo em D2) no sopé da vertente, onde há limites abruptos entre horizontes e mudança de material.

O *horizonte 1*, de cor 10YR 3/6 (Bruno amarelo escuro) com textura argilosa, que se inicia no topo da vertente em D2 e apresenta uma profundidade média de 35 cm. Este horizonte é bem extenso, recobrendo quase toda a vertente, passando por D4 até D10 (Figura 6).

Em D3 este horizonte se transforma lateralmente (Figura 6) no *horizonte 1a* com profundidade média de 35 cm também, de cor 10 YR 4/3 (Bruno) com manchas 5 YR 5/8 (vermelho-amarelada), de textura também argilosa. Este horizonte está compreendido entre D3 e D12, no sopé da vertente.

Em D12 o *horizonte 1* a transforma-se lateralmente no *horizonte 2* de cor 10YR 5/1 a 4/1 (cinza a cinza escuro), de textura argilosa, espessura média de 15 cm, prolongando-se desde o sopé da vertente até o início do fundo da depressão (finalizando em D 1).

O *horizonte 3* é subjacente ao horizonte 1, acompanhando a cobertura pedológica do *horizonte 1* até praticamente o seu final. Inicia-se em D4 até a altura de D3, onde se transforma lateralmente no *horizonte 4*. Possui cor 10YR 4/6 (Bruno amarelado escuro) com alguns volumes vermelhos amarelados de cor 5YR 5/8 e presença de nódulos ferruginosos. Tem espessura média de 30 cm (Figura 6).

O *horizonte 4* inicia-se já no sopé da vertente em D3 até D12, praticamente inteiramente subjacente ao *horizonte 1a*. Possui cor 10 YR 4/4 (Bruno amarelado escuro) com manchas 7,5 YR 5/4, textura argilosa e espessura média de 50 cm (Figura 6).

Em D12, o *horizonte 4* transforma-se lateralmente no *horizonte 5 gley*, de espessura média de 50 cm. Possui cor gley 10 YR 6/1 com manchas Bruno amareladas 5YR 5/6 ocasionais e textura argilosa.

O *horizonte 6* foi identificado somente em D8 e D10 e está localizado subjacente ao *horizonte 3*, sendo um horizonte rico em blocos de couraças impenetrável com o trado.

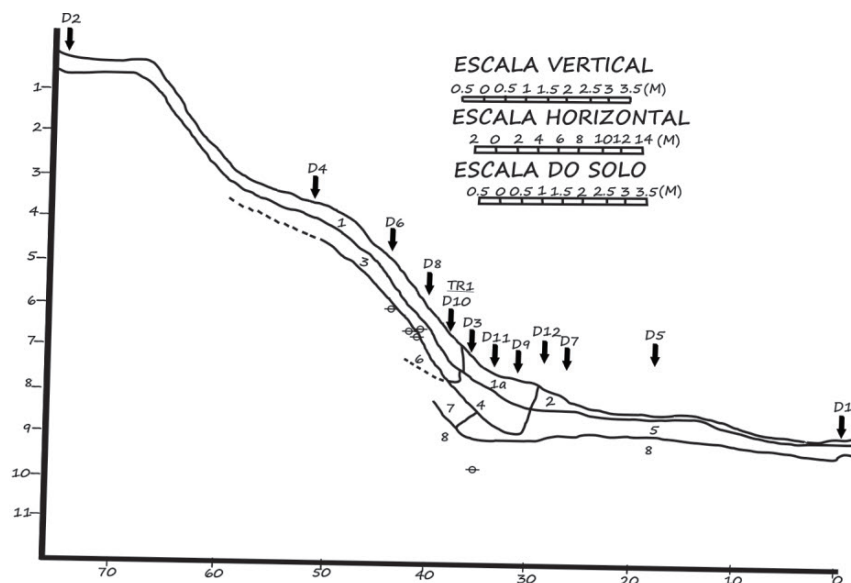
O *horizonte 7* apresenta-se sob o *horizonte 4*. Sua cor é 10YR 5/4 (Bruno amarelado) com volumes 10 R 4/6 (vermelho) e auréolas 7,5 YR 5/6 (bruno vivo), textura argilosa. Estes volumes têm uma orientação vertical. É um horizonte bastante curto (iniciando em D10 até D3) com espessura média de 50 cm.

Abaixo do *horizonte 7* e *5* temos a alterita (8), iniciando já no sopé da vertente a partir de D11 até D1. Sua cor de fundo é branca (5Y 8/1), apresentando ou não manchas amarelas 10YR 6/8 a 5/8 (amarelo claro escuro) e algumas vermelhas 10 R 4/6 ocasionais, de textura argilo-arenosa a arenosa.

Foi encontrado o *horizonte 5 (gley)* e a alterita somente na depressão.

Há uma mudança significativa do sopé da vertente em direção ao início da depressão, mostrando uma mudança abrupta significativa das transições laterais entre os horizontes.

Figura 6 - Toposequência elaborada mostrando os 8 (oito) horizontes encontrados na depressão e um desnível de aproximadamente 9 m do topa da vertente até o início da depressão.



LEGENDA

- 1- Horizonte 10 YR 3/6 (bruno amarelo escuro) argiloso
 - 1 a Horizonte 10 YR 4/3 bruno com manchas 5YR 5/8 (vermelho amarelada)
 - 2- Horizonte 10 YR 5/1 à 4/1 (cinza a cinza escuro) argiloso
 - 3- Horizonte 10 YR 4/6 (bruno amarelado escuro) passando a 10 YR 5/6 (bruno amarelado) com alguns volumes vermelho amarelado 5YR 5/8 a jusante de TR2
 - 4- Horizonte 10 YR 4/4 (bruno amarelado escuro) com manchas 7,5 YR 5/4 argiloso
 - 5- Horizonte gley 10 YR 6/1 argiloso com manchas bruno amareladas 5YR 5/6 ocasionais
 - 5a- Horizonte gley 2 7/5PB, textura argilo-arenosa
 - 5b- Horizonte gley 2,5 Y 6/1 a 7/1, textura argilo-arenosa
 - 5b- (Mav) Horizonte gley 2,5 Y 6/1 a 7/1 com ou sem manchas amarelo e vermelha 10 YR 6/8 (amarelas) e 10 YR 4/6 (vermelhas), textura argilo-arenosa
 - 6- Horizonte rico em blocos de couraça impenetrável com o trado
 - 7- Horizonte 10 YR 5/4 (bruno amarelados) com volumes 10 R 4/6 (vermelho) e auréolas 7,5 YR 5/6 (bruno-vivo), textura argilosa. Estes volumes tem uma orientação vertical
 - 8- Alterita, cor 5Y8/1 (branco) com ou sem manchas amarelas 10 YR 6/8 a 5/8 (amarelo claro e escuro) e algumas vermelhas 10 R 4/6 ocasionais, textura argilo-arenosa a arenosa
- ⊖ Couraças ferruginosas
 ▽ Tradagens

Fonte: Organização do autor e adaptado do Curso *Análise Estrutural da Cobertura Pedológica*

Trincheira

A trincheira apresentou 13 horizontes (Figuras 7 e 8). O Horizonte a com cor 10 YR 4/2 (Bruno acinzentado escuro) e estrutura grumosa inferior a 1 cm extremamente coerente de textura argilo-arenosa e espessura em torno de 12 cm. Subjacente ocorre horizonte b com 10 YR 4/4 bruno amarelado escuro

que sofre variação lateral progressiva da esquerda para a direita, originando o horizonte c com cor 10 YR 4/3 (bruno) e manchas ao longo dos poros de cor 5 YR 5/8 (amarelo avermelhado). A textura de ambos os horizontes é argilosa. A espessura desse horizonte é de pouco mais de 50 cm do lado esquerdo da trincheira, estreitando-se para a direita até a espessura de aproximadamente 20 cm (Figura 7).

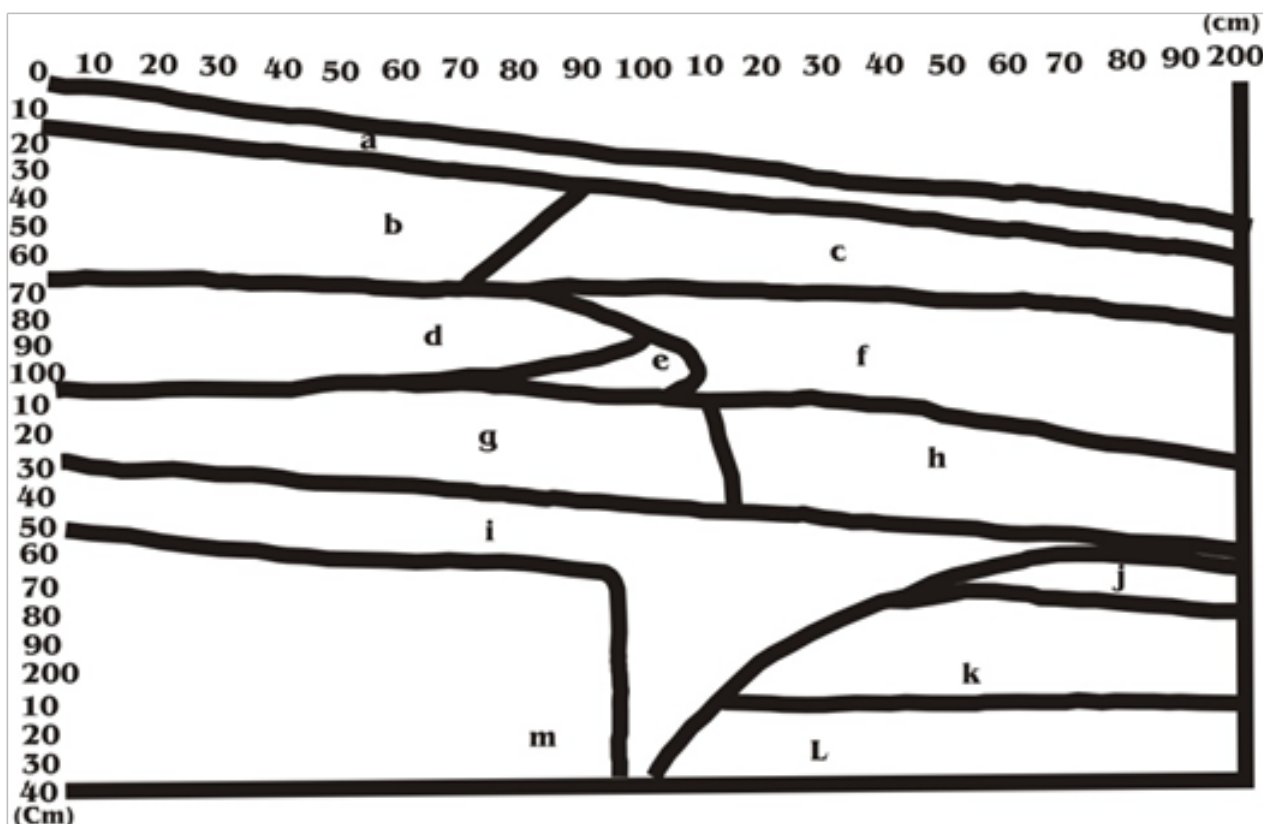
Figura 7 – Trincheira aberta no sopé da vertente voltada para SW



O *horizonte d* tem cor 10 YR 5/6 (bruno amarelado) com domínio 5 YR 5/8 (vermelho) difuso, possuindo estrutura poliédrica com 1 a 2 cm e subestruturas microagregada nítida. A estrutura é argilosa com cerosidade tubular mais forte e intermicroagregada forte com coesão média a fraca. O *horizonte e* possui fundo 10 YR 5/4 com manchas ao redor dos poros cor 5 YR 5/8 e domínios brunos mais vivos 10 YR 5/4 (bruno amarelado), sendo as demais características texturais e estruturais idem ao horizonte anterior. No *horizonte f* a cor é 10 YR 6/3 (bruno claro) com manchas ao redor dos poros com cor

5 YR 5/8 (vermelho amarelado), com textura argilosa, estrutura poliédrica de 1 a 2 cm, e coesão média a fraca, subestrutura microagregada, porosidade bem desenvolvida. No *horizonte g* reconhece-se transição com fundo 10 YR 5/6 (bruno amarelado) com volumes vermelhos 2,5 YR 5/8 e auréola ocre 10 YR 5/8. A textura é argilosa. Os volumes vermelhos aumentam para a base. A Estrutura apresenta-se em blocos de 1 a 2 cm que se desfazem em microgranulares com coesão fraca. Porosidade tubular mais desenvolvida no fundo bruno amarelado (Figura 8).

Figura 8 – Trincheira interpretada, mostrando a disposição e transições de cada volume encontrado



Fonte: Adaptado do Curso *Análise Estrutural da Cobertura Pedológica*

O *Horizonte h* ocorre o surgimento de numerosas manchas em redor dos poros com cor vermelha amarelado, sendo as demais características similares ao horizonte anterior. No *horizonte i* a cor é 10 YR 5,5/4 com numerosos volumes 10 YR 4/6. Os volumes têm até 7 cm e, uma orientação vertical. A textura dele é argilosa e a estrutura, microagregada. O fundo tem coesão fraca (daí a porosidade biológica forte) e os volumes são muito duros, conferindo uma porosidade biológica baixa ou nula. Porosidade forte no fundo e pouco ou nada nos volumes vermelhos (Figura 8).

No *horizonte j* a cor é 10 YR 6/1 (cinza) úmido com característica plástica. Ele possui volumes similares ao horizonte anterior, diferindo apenas pela não orientação vertical descrita anteriormente.

O *horizonte k* possui cor 10 YR 6/1 com algumas manchas vermelhas em redor dos poros 2,5 YR 5/8 é plástico e com estrutura maciça. A porosidade tubular é bem desenvolvida facilitada pela

coesão fraca (Figura 8).

No *horizonte l* o fundo é branco com rede 7,5 YR 6/8 (amarelo avermelhado) e 10 YR 6/8 (amarelo brunado). Os domínios coloridos são mais freqüentes que os brancos e têm manchas 2,5 YR 5/8 ao longo dos poros, no branco e no amarelo brunado. Para jusante, as manchas diminuem muito e o branco domina, também com algumas manchas no branco e no amarelo brunado. A textura aí é argilo-siltosa (Figura 8).

Nos *horizontes b* e *c* ocorrem fragmentos de couraças duras com cor 10 YR 3/6 (vermelho escuro). A estrutura deles é poliédrica muito coerente, de 1 a 2 cm, e a porosidade tubular é, por essa razão, pouco desenvolvida.

DISCUSSÕES

O desnível de aproximadamente 9 m do topo da colina onde se insere a depressão na direção N270,

abrangendo a vertente voltada para SW até o início da depressão mostra a quantidade de material que foi retirado da área que contribui para a forma atual da depressão.

A origem da depressão pode estar relacionada à perda de material por dissolução – geoquímica; abatimento em áreas mais suscetíveis ao intemperismo e erosão e por aprofundamento de canais de drenagem. Essas três hipóteses podem ser consideradas juntas, como a origem pode estar relacionada a uma dessas.

O alinhamento das depressões podem estar relacionados à padrões de lineamentos presentes na crosta, necessitando uma análise mais aprofundada dos mesmo com os dados de neotectônica na área.

Na toposequência podemos observar pequenas áreas deprimidas (Figuras 5 e 6) entre D2 e D4 (depois do cotovelo em D2) no sopé da vertente (onde há limites abruptos entre horizontes e mudança de material) que continuam na depressão (observação de campo). Há locais (no fundo da depressão) em que há pequenas áreas mais deprimidas que outras. Essas áreas deprimidas podem estar relacionadas à perda de material por dissolução de elementos químicos presentes no solo por meio de algum condicionante estrutural (falha ou fratura), uma vez que as áreas deprimidas seguem um alinhamento, existindo ainda outras áreas deprimidas adjacentes com mesma direção, mas deslocadas, associadas a algum condicionante estrutural.

As áreas mais deprimidas correspondem aos locais com presença de materiais mais suscetíveis ao intemperismo e erosão que outros locais.

A presença de um canal na depressão pode indicar o aprofundamento deste, procurando atingir seu nível de base e, pelo estágio que se encontra a depressão, este nível ainda não teria sido atingido.

O horizonte *gley* indica hidromorfia (Figura 6) e aparece nas áreas mais deprimidas, parecendo avançar remontantemente em locais onde a morfologia contribui para retenção da água, como pode ser observado na mudança da morfologia do sopé da vertente com o início da depressão.

O avanço do horizonte *gley* e a intercalação de áreas deprimidas e altas desde a depressão seguindo a montante na vertente, pode ser indicio de uma evolução remontante (de jusante para montante).

Assim, pode-se falar da evolução da depressão, seguindo os seguintes estágios:

1) a drenagem entalhou num local com suscetibilidade de formação de canal;

2) o canal foi entalhando e está entalhando ainda, procurando atingir seu nível de base local, uma vez que a colina é uma superfície pré-Barreiras;

3) concomitantemente, ocorre a dissolução geoquímica que se deu desigualmente na paisagem, aprofundando os locais mais suscetíveis à erosão e intemperismo e a perda ocorre por meio de falhas e/ou fraturas;

4) as áreas mais deprimidas proporcionaram que a água parasse por mais tempo, formando o horizonte *gley* de hidromorfia;

5) há uma evolução remontante em direção ao topo, devido ao entalhamento do canal ser remontante, e por dissolução geoquímica maior em áreas mais deprimidas. Provavelmente as áreas deprimidas do fundo da depressão se iniciaram como acontece na vertente.

6) a paisagem está ainda em processo de evolução.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dessa forma, observam-se claramente os acontecimentos simultâneos e/ou sequenciais dos materiais e formas do relevo, revelando a importância do estudo dos materiais em geomorfologia, desprezada por muito tempo ao longo de sua história, mostrando incongruência do querer entender a forma apenas pela forma e esquecendo sua sobreposição a uma matéria física (solos e rocha).

O avanço do horizonte *gley* e a intercalação de áreas deprimidas e altas desde a depressão seguindo a montante na vertente pode ser indicio de uma evolução remontante (de jusante para montante). Concomitantemente, ocorre à dissolução geoquímica que se deu desigualmente na paisagem, aprofundando os locais mais suscetíveis à erosão e intemperismo e a perda ocorre por meio de falhas e/ou fraturas;

Há uma evolução remontante em direção ao topo, devido ao entalhamento do canal ser remontante, e por dissolução geoquímica maior em áreas mais deprimidas. Provavelmente as áreas deprimidas do

fundo da depressão se iniciaram como acontece na vertente.

A importância de saber se o material de recobrimento da depressão e da colina é autóctone ou alóctone é uma questão que ajudaria entender melhor toda essa evolução proposta acima.

REFERÊNCIAS

AB' SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. *Geomorfologia*, São Paulo, n. 18, p.1-23, 1969.

AUBERT, G; BOULAIN, J. *La Pédologie*. Paris: Presses Universitaires de France e Boulevard Saint-Germain, 1967.

BARROS, O.N.F. *Análise estrutural e cartografia detalhada de solos em Marília, Estado de São Paulo*: ensaio metodológico. 1985.146f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985.

BOCQUIER, G. Genèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad. [S. l.]: *ORSTOM*, 1973. 325 p. (Mem. *ORSTOM*, 62).

BOULET, R. Existence de systèmes à forte différentiation laterale en milieu ferrallitique guyanais: un nouvel exemple de couverture pédologique en déséquilibre. *Science du Sol*, n. 2, p. 75-82, 1978.

BOULET, R. Toposéquences de sols tropicaux en Haute Volta: équilibres et déséquilibres pédobioclimatiques. *Mém. ORSTOM*, v.85, 1978.

BOULET, R. Méthode d'analyse et représentation des couvertures pédologiques des bassins versants. ECEREX. *Bull.de Liaison* n° 1 du Groupe de Travail "Écosystème forestier guyanais; étude et mise en valeur", p. 11 a 19. 1979.

BOULET, R.; BRUGIÈRE, J.M. & HUMBEL, F.X. Relations entre organization des sols et dynamique de

l'eau en Guyane Française Septentrionale. *Sci. Sol*, 1:3-18, 1979. Campinas: SBSC/SNLCS, 1984. 45p.

BOULET, R. Análise estrutural da cobertura pedológica e cartografia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21, 1988 Campinas. *A responsabilidade social da ciência do solo*. Campinas: SBPC, 1988, p.79-90.

BRICALLI, L. L. *Evolução de uma depressão em embasamento cristalino e sua relação com os aspectos geológico-geomorfológicos regionais (Serra-ES)*.2006. 142f.Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

CARVALHO, A. *Solos da região de Marília: relações entre a pedogênese e a evolução do relevo*. USP, Dep. Geogr., tese de doutoramento, 163 p.1976.

CASSETI, V. *Elementos de Geomorfologia*. Goiânia: Editora da UFG, 2001.

DAVIS, W. M. The Geographical Cycle. *Geogr. Journ.* London, v. 14, n. 5, p. 481-504, 1899.

DELVIGNE, J. (1965) Pédogenèse en zone tropicale: la formation des minéraux secondaires en milieu ferrallitique. *Mém. ORSTOM*, v. 13, 117 p.

EMBRAPA, Clima. 2004. Disponível em: < www.bdclima.cnpm.embrapa.br>. Acesso em dezembro de 2004.

FILIZOLA, H. *O papel da erosão geoquímica na evolução do modelado da bacia de Taubaté-SP*. 1993. 114f. Vol I. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

GATTO, L.C.S; RAMOS, V.L.S; NUNES, B.T.A; MAMEDE, L; GÓES, M.H; MAURO, C.A; ALVARENGA, S.M; FRANCO, E.M.S; QUIRICO, A.F; NEVES, L.B. Geomorfologia. *Projeto Radam Brasil*. Folhas 23/24 Rio de Janeiro/Vitória.V 32. Rio de Janeiro, 1983. Fôton Imagens. *Fotografias aéreas*.

Escala 1:9.000 1998.

GILBERT, G. K. The Geology of the Henri Mountains. Washington: United States *Geographical and Geological Survey*. 1877.

GUERRA, A. T. *Dicionário Geológico-Geomorfológico*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

HACK, J.T. Interpretation of Erosional Topography in Humid-Temperate Regions. *Amer. Journ. Sci, New Haven, Conn.* v. 258-A, p. 80-97, 1960.

KING, L. C. Canons of Landscape Evolution. *Bull. Geolog. Society of America*, Washington, v. 64, n. 7, p. 721-732, 1953.

LEPSCH, I. F. *Formação e Conservação de Solos*. São Paulo: Oficina de textos, 2002.

MACHADO FILHO, L.M; RIBEIRO, M.W; GONZALEZ, S.R; SCHENINI, C.A; NETO, A.S; PALMEIRA, R.C.B; PIRES, J.L; TEIXEIRA, W; CASTRO, H.E.F. Geologia. *Projeto Radam Brasil*. Folhas 23/24 Rio de Janeiro/Vitória.V 32. Rio de Janeiro, 1983.

MILNE, G. (1936) Normal erosion as a factor in soil profile development. *Nature*, n. 26, p.548-549.

PENCK, W. Die morphologische analyse. Ein kapitel der physikalischen geologie. *J. Engelhorn's Nachf.* Stuttgart, 1924.

PENTEADO, M.M. & RANZANI, G. Relatório de viagem do médio vale do Rio São Francisco. *Geomorfologia*, São Paulo, 40:1-44, 1973.

QUEIROZ NETO, J.P.: CARVALHO, A.; JOURNAUX, A. & PELLERIN, J. --1973 - Cronologia da alteração dos solos da região de Manlia, SP - USP/ IGEOG, *Sedimentologia e Pedologia* 5,52 p.

QUEIROZ NETO, J. P. Tendências Atuais das Pesquisas de Solos No Estado de São Paulo. *BOLETIM PAULISTA DE GEOGRAFIA*, n. 50, p. 37-56, 1976.

QUEIROZ NETO, J. P. Pedologia: conceito, método

e aplicações. *REVISTA DO DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA*, São Paulo, n. 3, p. 95-102, 1984. QUEIROZ NETO, José Pereira de. O estudo de formações superficiais no Brasil. *Revista do Instituto Geológico*, São Paulo, v. 22, n. 1/2 p. 65-78, 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.7154/RDG.1984.0003.0006>

RUELLAN, A. Contribution à la Connaissance des Sols des Régions Méditerranéennes: les sols a profil calcaire différencié des Plaines de la Basse Moulouya (Maroc Oriental), n'enregistrement au CNRS -A. 04086. 1970. 428 p.

SABINS, F.F.Jr. *Remote sensing: principles and interpretation*. 2. ed. New York: W.h.Freeman and company, 1986. DOI:10.1080/01431168008948242