

# **Evolução de Vertentes no Meio Tropical Úmido. O Estudo da Cobertura Pedológica e a Configuração das Rupturas Geométricas.**

Roberto José Hezer Moreira Vervloet

Mestrando em Geomorfologia – Programa de Pós-Graduação em Geografia Física – USP.

Departamento de Geografia – Universidade de São Paulo.

Bolsista CAPES.

E-mail: [rervloet@usp.br](mailto:rervloet@usp.br)

**Abstract:** This article to treat of the a study upon evolution of slope in granodiorite rock at Maciço Central of Vitória at Espírito Santo. Throughout the formation from a toposquence with study of pedological cover and tests of infiltration water in soil was possible verify that the relation from this with geomorphic processes responsible for disruption of the geometry aspect of slope, as well as the distribution of your arragement indispensable into the agreement of the processes of geomorphic evolution. So was possible verify that slopes of the humid tropical environment may have complex evolution, rapid and dynamic compared to the processes based on interpretation of the general development scheme based on climatic change of Quaternary which ran in Brazil during 60.

**Keywords:** slopes, breaking geometric, pedological cover, geomorphic processes.

**Resumo:** Este artigo trata de um estudo sobre a evolução de uma vertente em rocha granodiorítica no Maciço Central de Vitória no Espírito Santo. Através da confecção de uma topossequência com estudo da cobertura pedológica e de ensaios de infiltração d'água no solo foi possível verificar a relação desta com os processos geomórficos responsáveis pelas rupturas geométricas da vertente, bem como a distribuição de suas seqüências texturais, indispensáveis no entendimento dos processos de evolução geomórfica. Assim, foi possível evidenciar que as vertentes do meio tropical úmido podem possuir evolução complexa, rápida e dinâmica comparada aos processos fundamentados no esquema interpretativo de evolução geral baseado nas modificações climáticas do Quaternário, que vigorou no Brasil durante os anos 60.

**Palavras-chaves:** vertentes, ruptura geométrica, cobertura pedológica, processos geomórficos.

## **1 – Introdução.**

O estudo das vertentes sempre adquiriu uma importância peculiar nas pesquisas em geomorfologia. Foram vários os trabalhos que trataram desse tema almejando entender os complexos mecanismos e os processos que respondem pela geometria dessas feições elementares que compõem as formas da paisagem.

Tais trabalhos realizados ao longo da história geomorfológica, sempre discutiram vários problemas e questões relacionadas a evolução e origem dessas feições, bem como os processos relativos à funcionalidade de seus mecanismos, lançando em cada período de desenvolvimento dessa disciplina, novas óticas e abordagens no tratamento dos fatos que regem o estudo deste tema.

Já em Gilbert (1877) aparecia uma preocupação com o papel da decomposição intempérica na esculturação dos terrenos, vindo o mesmo a tratar da importância que reveste a declividade das encostas na formação das taxas de erosão que ocorrem na extensão das mesmas. Tal autor foi um dos primeiros pesquisadores a se preocupar com a formulação de um pensamento próprio, com o objetivo de refletir sobre os processos que regem a origem e evolução do modelado, inserindo em tal esfera de importância, as relações entre processos fluviais de transporte de sedimentos e as vertentes.

Davis (1899) no texto em que lança as bases do seu “ciclo geográfico”, praticamente consegue institucionalizar, no âmbito das discussões sobre temas geológicos e/ou das ciências da Terra, o estudo das vertentes como condição *sine qua nom* para a compreensão e busca de variáveis científicas que sustentarão o enfoque teórico e as discussões sobre essas feições componentes da paisagem, atingindo em seu trabalho póstumo de 1938, um amplo tratado sobre o papel dos processos geomórficos das paisagens áridas, aonde tece importantes considerações sobre as vertentes de áreas semi-desérticas, embora hoje muitos pontos de suas idéias estejam ultrapassadas. Na visão de Davis as vertentes evoluíam principalmente por modificação de seus ângulos de inclinação, determinadas pela capacidade de entalhamento e/ou aprofundamento pelos cursos fluviais.

Ao seguirmos uma seqüência histórica de estudo das vertentes no desenvolvimento da geomorfologia, o outro autor que fez questão de pesquisar sobre este tema nas mais diferentes regiões do mundo foi Penck (1953). Este por sua vez, colocou nova abordagem sobre o problema de evolução dessas feições. Para Penck, diferentemente de Davis, as vertentes se desenvolveriam por recuo paralelo sem modificação de seus ângulos de inclinação, condicionadas pelas projeções altimétricas dos níveis de base local e posição relativa dos níveis de base geral de erosão.

Lester C. King (1953) outro importante autor da geomorfologia, traça os pontos de discordância com relação a visão de Davis, assimilando determinados fatos da postura Penckiana, no entanto, introduzindo novos elementos. Para ele, o recuo paralelo seria o mecanismo principal de evolução, com manutenção dos ângulos de inclinação e de sua relativa geometria, tendo como forma resultante a geração de amplas superfícies inclinadas na base das vertentes, denominadas de pedimentos, que por coalescência formariam os pediplanos. Nascia assim a teoria da pediplanação.

Muitos autores trataram do problema das vertentes através de importantes publicações, tendo como sistema de referência o enfoque davisiano, tais como Carson e Kirkby (1972).

No entanto, para todos estes pesquisadores os principais mecanismos condicionadores dos processos de evolução das vertentes, seriam a variações dos níveis de base, os processos exógenos e endógenos e o entalhamento ou aprofundamento condicionado pelos leitos fluviais regionais. Todos eles deram pouca importância ao papel que a cobertura pedológica pode desempenhar na evolução dessas feições em meio tropical úmido, embora houvesse ciência, desde Gilbert, da importância do intemperismo como gerador dos espessos mantos de alteração nas superfícies das paisagens. Havia de certa forma, um leve antagonismo entre o papel da morfogênese e da pedogênese.

Em 1956 Erhart lança a Teoria da Biostasia e Rexistasia, no qual houve aprofundamento desse antagonismo. O período de rexistasia seria o momento de instabilidade dos materiais das vertentes, condicionados por processos erosivos mecânicos de clima seco, portanto, de predomínio da morfogênese e a biostasia seria a época posterior de formação e aprofundamento dos mantos de alteração, de hegemonia da pedogênese, determinada pelo clima úmido.

No Brasil muitos trabalhos, quase todos realizados na década de 1960, seguiram essa linha de raciocínio para tratar de evolução de formas, tendo as vertentes como variável básica de análise, tais como Bigarella, Marques e Ab'Sáber (1961), Ab'Sáber (1961),

Ab'Sáber (1962), Bigarella e Mousinho (1965), Bigarella, Mousinho e Silva (1965a), Bigarella, Mousinho e Silva (1965b) entre outros. Portanto, se partia da idéia de períodos pluviais, dado por épocas interglaciais de clima úmido e de períodos de clima seco ou semi-árido, determinado pelas épocas glaciais ao longo do Quaternário.

Estudos mais recentes realizados a partir da década de 1970 por Boulet, Fritsch e Humbel (1978), Queiroz Neto *et al* (1981), Lucas *et al* (1984), Boulet (1987), Boulet (1992) e Queiroz Neto (2000) têm revelado a importância de se levar em consideração, o estudo da cobertura pedológica, como uma das variáveis principais para o entendimento dos processos responsáveis pela origem, evolução e processos funcionais atuantes nas vertentes do meio tropical úmido.

Já é tempo de se levar em consideração o fato de que no meio tropical úmido, os processos diferenciais de geoquímica em conexão direta com os tipos de comportamento hídrico da água em subsuperfície e fundo dos vales, determinam as propriedades básicas, mecanismos, agentes e as rupturas geométricas dessas formas básicas de relevo. E neste sentido o estudo da cobertura pedológica é de suma importância, como dimensão reveladora da cinemática que responde pela dinâmica geral de evolução dessas superfícies, rompendo, de certa forma, com o raciocínio antagônico fundamentado na Teoria da Biostasia e Rexistasia.

É inserido neste contexto que este artigo visa tratar da relação entre rupturas geométricas, processos geomórficos e as propriedades da cobertura pedológica de uma vertente desenvolvida em rocha granodiorítica, em um núcleo de rochas cristalinas intrusivas da *Suíte Intrusiva Espírito Santo*, segundo Machado Filho (1983). Através da realização de uma topossequência e de estudos de infiltração da água, foi possível visualizar as diferenciações e seqüências de classes texturais condicionadoras dos processos em superfície e subsuperfície e determinar os fatores que respondem pela formação e manutenção das rupturas geométricas da mesma.

## **2 – Localização da área estudada.**

A área onde foi realizada esta pesquisa se localiza nas coordenadas 20°18'0" de latitude sul e 40°20'0" de longitude leste, conforme a fig. (01), sendo pertencente a

unidade de conservação Parque Municipal da Fonte Grande, na cidade de Vitória, capital do Espírito Santo, que por sua vez, esta inserida na Área de Proteção Ambiental estadual denominada de Maciço Central de Vitória. Denominamos tal área de compartimento geomorfológico Vale dos Morcegos.

O relevo do Maciço Central de Vitória possui em alguns setores morros com vertentes de cobertura pedológica em estágio inicial de desenvolvimento e vertentes rochosas, onde é possível visualizar a ocorrência de processos condicionados por fatores litoestruturais.

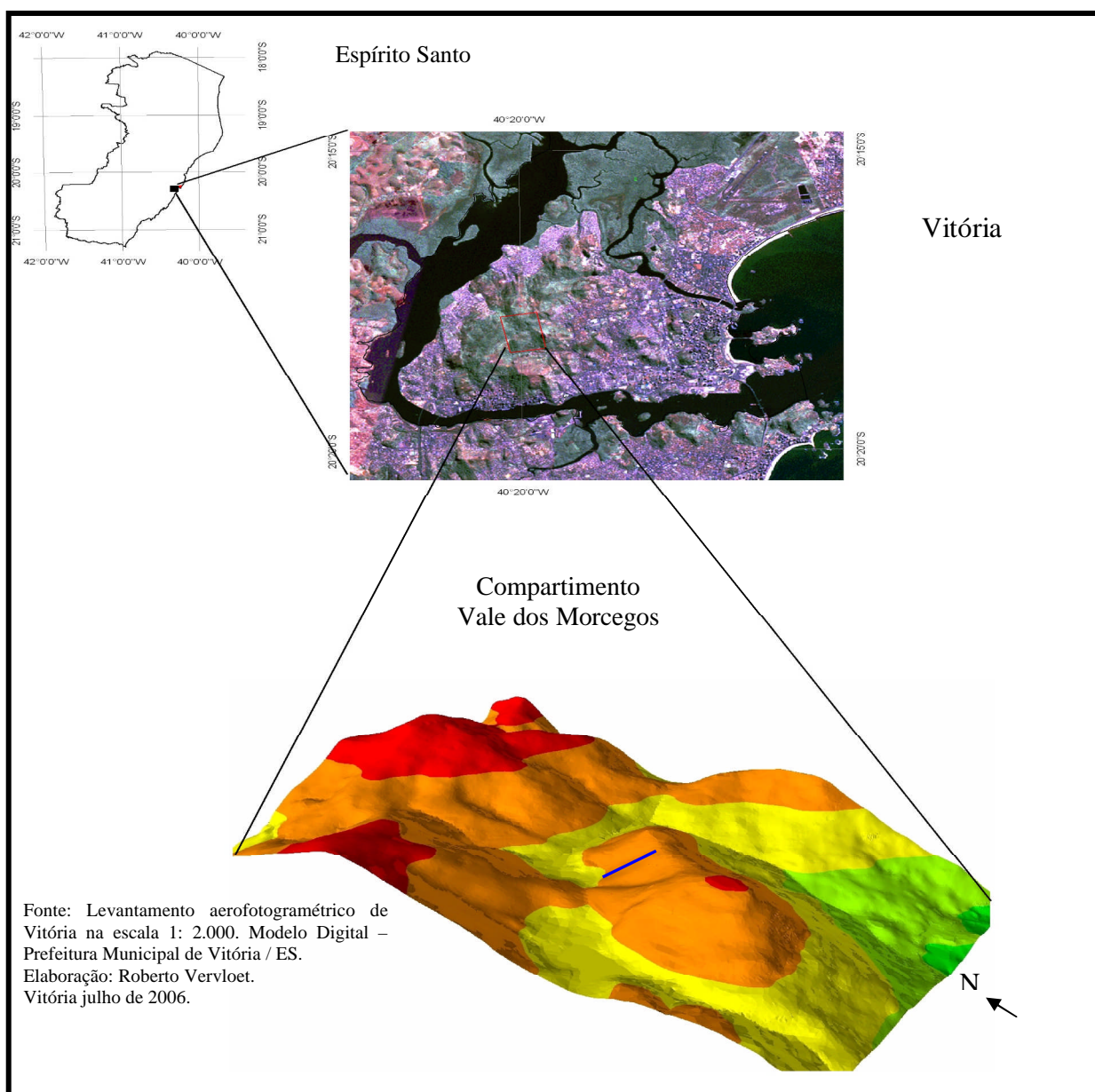


Fig. (01) – Localização do compartimento geomorfológico Vale dos Morcegos

— Topossequência da vertente oeste

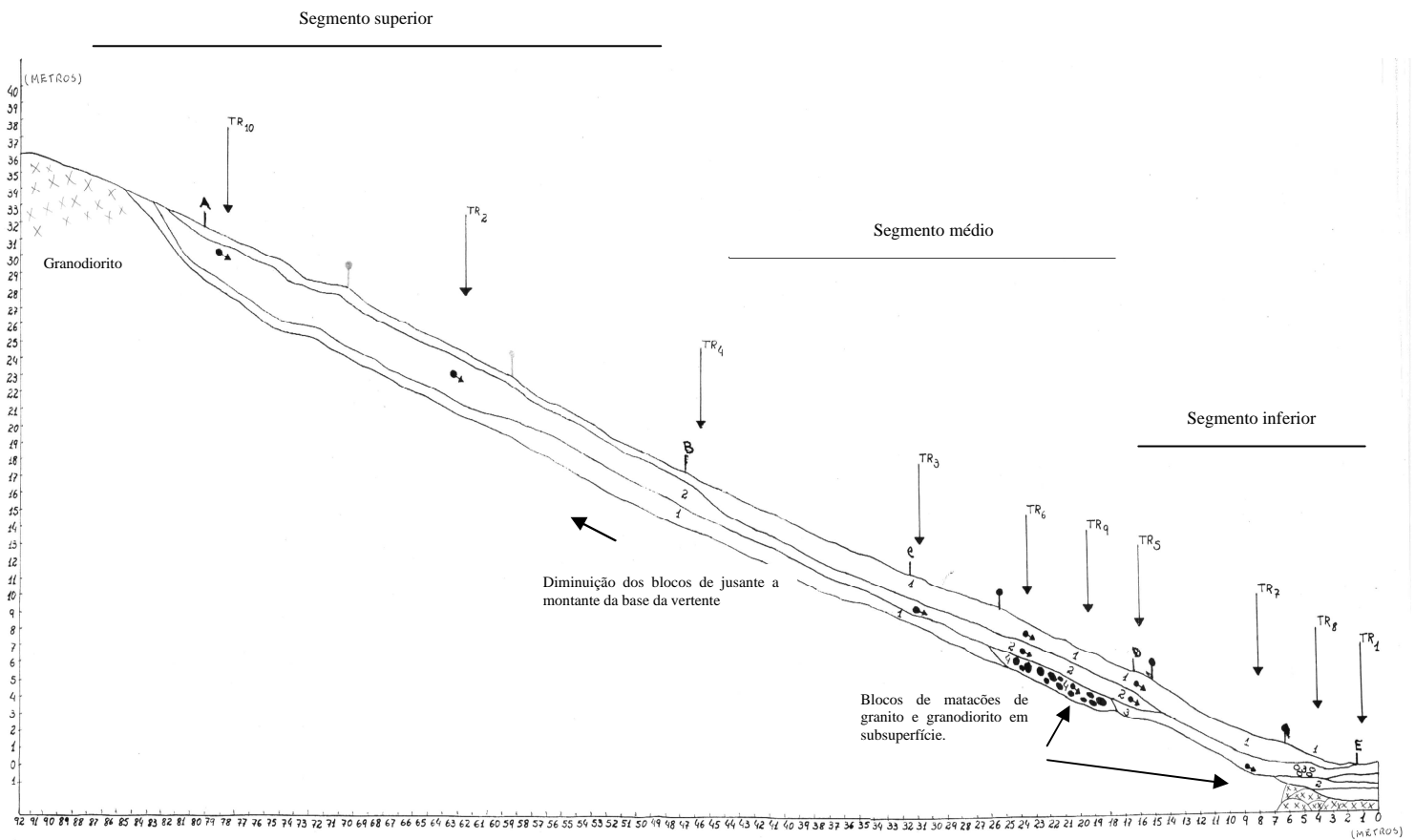
Em outras vertentes ocorrem processos de movimentos de massa, que aliado a expansão urbana de bairros adjacentes ao maciço, acabam determinando processos catastróficos de grande custo para o poder público. O maciço compreende uma associação de rochas intrusivas cristalinas graníticas porfiróides de textura fanerítica e granodioríticas de textura afanítica, em um núcleo intrusivo de natureza fracionada, que sustentam uma morfologia de morros, colinas e vales embutidos e suspensos de maneira intermontana.

O compartimento Vale dos Morcegos, por sua vez, possui um relevo em forma de morros com vale central que delimita uma porção oriental e outra ocidental ao eixo do vale, com se vê na fig. (01). Na parte oriental evidencia-se um morro bem individualizado, denominado de morro oriental, onde foi realizada a topossequência, que possui vertentes convergentes menos inclinadas, com concavidades na parte oeste. O topo deste morro ostenta uma geometria de forma aguçada com um pequeno segmento em direção a nordeste. Todas as cabeceiras de drenagem presentes neste compartimento são de regime intermitente.

### **3 – Geometria, ruptura e cobertura pedológica.**

O método utilizado para realização desta pesquisa foi o da confecção de uma topossequência (fig.02), fundamentado nos procedimentos da análise estrutural da cobertura pedológica, baseado em Lucas *et al* (1984) e Boulet (1987). Tal método permitiu obter uma série de informações sobre o comportamento hidrodinâmico da vertente oeste, sua organização pedológica, frentes de alteração, disposição das seqüências texturais e distribuição dos blocos rochosos e redes de dutos em subsuperfície.

A princípio desejávamos averiguar somente a relação da geometria da vertente com a organização pedológica. Entretanto, ao executarmos as etapas de campo, verificamos também, a existência de pontos de ruptura geométrica presentes na topografia, conforme topossequência da fig. (02). Não foi realizado abertura de trincheiras em vista da chegada da estação chuvosa. Fato que atrasaria e inviabilizaria o prosseguimento do cronograma da pesquisa.



**Legenda**




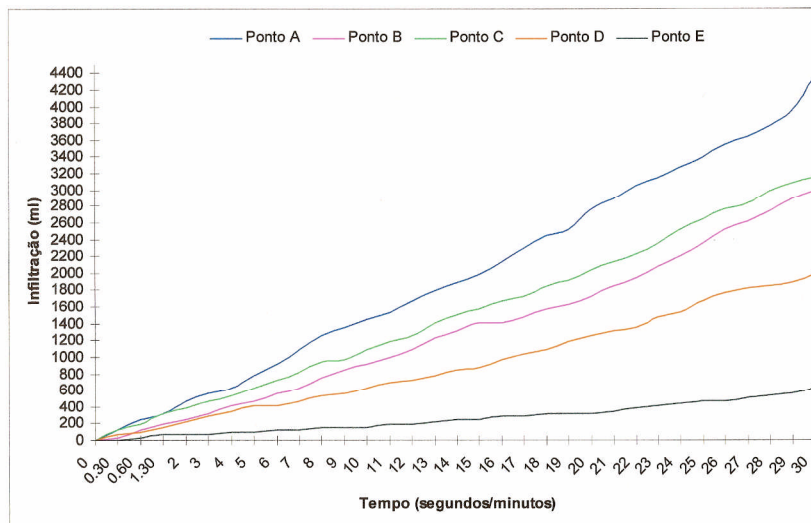
-  Blocos de matações em subsuperfície.
-  Dutos localizados
-  Ruptura Geométrica de vertente
- (Símbolos fora da escala)
- TR - Pontos de tradagen**
- Seqüências Texturais**
- 1 - Argilo-arenosa
- 2 - Argilosa
- 3 - Areno-argilosa
- 4 - Arenosa
- A B C D E** | Pontos Localizados dos ensaios de infiltração

Fig. (02). Topossequência da vertente oeste do compartimento Vale dos Morcegos.  
Elaboração: Roberto Vervloet.

Contudo, todas as tradagens possíveis foram realizadas no sentido de proporcionar os conhecimentos pertinentes a organização das seqüências texturais e das rupturas geométricas, aonde se escolheu pontos bem distribuídos para ensaio de verificação das taxas de infiltração (método de Hilss, apud Guerra, 2002) d'água ao longo da vertente, gerando um gráfico das taxas de infiltração de água no solo conforme a fig. (03), e, a partir daí, inferir sobre processos de escoamento superficial e segmentos de entrada, movimento e armazenamento de água na cobertura.



Total de água infiltrado em cada ponto.  
 Ponto A – 4.333,2 ml Ponto B – 2.983 ml Ponto C – 3.140 ml Ponto D – 1.978,2 ml Ponto E – 628 ml

Fig. (03). Gráfico das taxas de infiltração d'água no solo.

A topossequência possui uma extensão de 92 metros de comprimento e altura de 36 metros, onde na etapa de levantamento topográfico descobriu-se a presença de 5 pontos de ruptura geométrica. A profundidade média de realização das tradagens foi de 3 metros, sendo que em alguns pontos esta profundidade ficava entre 1,80 e 1,50 cm devido a presença de blocos rochosos em subsuperfície. Todas as amostras estavam úmidas e foram analisadas em mão com o objetivo de se conhecer a textura, feições pedológicas, cromas do matiz com base na tabela de Munsell, características dos minerais e os teores de plasticidade e pegajosidade.

O litótipo que sustenta o morro onde foi realizado o estudo é um granodiorito de cor cinza escuro do tipo mesocrático, próximo a composição do diorito. No entanto, devido a presença do quartzo, que é um mineral sílico e ácido, inferimos que nesta rocha, o feldspato plagioclásio predominante é o do tipo albita ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ), portanto, sendo uma rocha mesocrática, podendo ser posicionada na zona entre granodioritos e dioritos. Em trabalhos de campo constatamos a presença maior de minerais de quartzo. Fato que nos assegura ser um granodiorito. Muscovita e biotita também são minerais muito presentes. Sua textura é equigranular fanerítica e possui uma densa rede de diáclases ortogonais e fraturas de direção NE-SO. Em alguns locais possui superfícies escarpadas em *free face* onde se visualiza toda a estrutura rochosa.

#### 4 – Conclusões.

A cobertura pedológica da vertente oeste apresentou cinco rupturas geométricas e quatro seqüências texturais, denominadas de argilo-arenosa, argilosa, areno-



argilosa e arenosa. A presença de blocos rochosos em subsuperfície diminui do segmento inferior e médio em direção ao superior, onde próximo ao topo do morro a cobertura pedológica desaparece com o afloramento do granodiorito.

As variações pedológicas em profundidade ocorrem devido à densidade de juntas (pequenas fraturas ortogonais e aleatórias) e diversidade faciológica da rocha. Uma vez fraturada a superfície rochosa, por iniciação de reações químicas dos processos geoquímicos, ocorre a formação de um pequeno manto de alteração que concomitantemente responde pela instalação dos processos pedogenéticos. Depois de instalados, a cobertura pedológica adquire dinâmica própria, independente em termos dos fatores geológicos, salvo a sua evolução em profundidade, dada pelo avanço da frente de alteração em subsuperfície.

Uma complexa rede de dutos, pedotúbulos e desvãos estruturais se fazem presente na cobertura pedológica, identificados no momento dos trabalhos de tradagem. Na análise e classificação textural dos volumes pedológicos, constatou-se diferenciações mineralógicas em algumas amostras, dadas pela ocorrência de grãos minerais residuais de fenocristais de feldspato potássico, semi-alterados, provenientes de blocos de matações de subsuperfície, identificados como do granito porfiróide, uma vez que o vale onde termina a vertente, é coincidente com a zona de contato litológico entre um granito porfiróide e o granodiorito.

As rupturas geométricas coincidem exatamente com a localização dos pontos de ocorrência de grãos e fragmentos de feldspato potássico, inferindo-se que os blocos de matações em subsuperfície são responsáveis pela existência dessas rupturas. Tal feição ocorre porque estes matações são blocos residuais provenientes da antiga zona de contato litológico entre o granito porfiróide e o granodiorito, permanecendo individualizados e semi-alterados na subsuperfície por decomposição de suas arestas. No entanto, por serem mais resistentes ao intemperismo químico, irão funcionar como obstáculo à equidade dos processos pedogenéticos, que serão distintos em suas fases, caracterizando diferenciações na cobertura pedológica e por consequência na geometria das vertentes. Portanto, as rupturas geométricas demonstram a presença de blocos de matações graníticos em subsuperfície. Fato que interfere na pedogênese e nos processos geomórficos subsuperficiais, intervindo, conseqüentemente, na

evolução geométrica dessas feições. Assim sendo, pode-se atestar que nesses setores não houve uma alteração intempérica integral e nem a dinâmica pedogenética foi capaz de transformar totalmente as rochas da antiga zona de contato litológico. Há também presença de rupturas nas outras vertentes do compartimento Vale dos Morcegos.

Quanto aos processos hidrogeomórficos subsuperficiais observa-se que as propriedades da seqüência textural argilosa intervêm fortemente no comportamento da água. A seqüência argilosa, que sofre adelgaçamento do segmento médio em direção ao superior, é portadora de maior quantidade de poros com espaços individuais menores que acentuam as forças capilares, inibidoras dos fluxos gravitacionais livres. Por ser uma cobertura argilosa em contato geométrico côncavo com o fundo de vale saturado de água, a força capilar é capaz de manter a franja capilar a alguns metros acima do segmento côncavo inferior da vertente até as proximidades do segmento médio, respondendo pela manutenção da umidade no solo, que por ter seqüências argilosas e argilo-arenosa, sustenta de forma eficiente esta umidade até em períodos de seca. Em períodos de chuva o nível freático aumenta, ocasionando o avanço da franja capilar que terá sua força anulada quando a umidade provocada pela infiltração da água da chuva provocar a saturação no solo. Tornando-se saturado e com rede de dutos distribuídos em subsuperfície, a cobertura apresentará a sua melhor condição de transmissão de água, dando a rede de dutos uma eficiente capacidade de retirada e transporte de material em subsuperfície. Este material é transportado, provavelmente, na forma de solução, ocorrendo concomitantemente, o carreamento de minerais, até o fundo de vale e a base da mesma. Em observações de campo no momento de fortes chuvas, notamos a total ausência de escoamento superficial, desde o segmento superior até a base do segmento médio. Este fato foi corroborado pelos ensaios de infiltração d'água, aonde nos pontos A (4.333,2 ml), ponto B (2.983 ml), ponto C (3.140 ml) e ponto D (1.978,2 ml) houve decréscimo nas taxas de infiltração de água, conforme gráfico da fig. (03), ou seja, toda a água precipitada infiltra-se rapidamente nos segmentos superiores da vertente, não ocorrendo tempo para a formação de fluxos hídricos para escoamento superficial. Neste sentido evidencia-se uma dinâmica de processos geomórficos de retirada de material predominantemente em subsuperfície, que de uma forma geral, responde pela concavidade geométrica da vertente, tanto no sentido transversal, quanto longitudinal ao eixo de realização da topossequência.

Devido às normas de limitação deste simpósio, este artigo não pode tratar de outras questões relacionadas a evolução de vertentes que foram discutidas neste estudo. No entanto, queremos deixar claro que o esquema geral de evolução de vertentes do meio tropical úmido, fundamentado nos pressupostos da biostasia e rexistasia, tão preconizados e aplicados as paisagens do Brasil sudeste, não é capaz de explicar integralmente toda a geometria e os mecanismos de evolução dessas feições básicas dos terrenos. Novos estudos realizados sob a ótica da análise estrutural da cobertura pedológica já foram e deverão ser concretizados, descobrindo-se que as taxas e os agentes de evolução geomórficos dos trópicos úmidos podem ser tanto quanto ou até mais dinâmicos do que os momentos de ruptura, transição e mudanças climáticas do Quaternário.

## **5 – Referencias Bibliográficas.**

AB’SÁBER, A. N. (1961) “Dedo de Deus”, um tipo de facetas triangulares em clima tropical úmido. *Notícia Geomorfológica*, 7/8:51-52, Campinas.

\_\_\_\_\_. (1962). Revisão dos conhecimentos sobre o horizonte subsuperficial de cascalhos inhumados do Brasil Oriental. Curitiba, Bol. Univ. Fed. Paraná, Inst. de Geol. e Geog. Física, 2:1-32.

BIGARELLA, J. J. MARQUES, F. P. L. AB’SÁBER, A. N. (1961), Ocorrência de pedimentos remanescentes nas fraldas da serra do Iquererim (Garuva, SC). *Bol. Paran. Geogr.*, Curitiba, 4/5:82-93.

BIGARELLA, J. J. e MOUSINHO, M.R. (1965). Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvio e várzeas. Curitiba, Bol. Paran. Geogr., 16 e 17:153-197.

BIGARELLA, J. J. e MOUSINHO, M.R. e SILVA, J. X. (1965a). Considerações a respeito da evolução das vertentes. Curitiba, Bol. Paran. Geogr. 16 e 17:89-116.

BIGARELLA, J. J.: MOUSINHO, M. R. e SILVA, J. X. (1965b). Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. Curitiba, Bol. Paran. Geogr. 16 e 17:117-151.

BOULET, R., FRITSCH, E., HUMBEL, F.X.,(1978). Méthode d’étude et de représentation des couvertures pédologiques de Guyane Française. ORSTON, Cayenne, 24 p.

BOULET, R. , (1987). Análise estrutural da cobertura pedológica e cartografia. Conf. XXI Cong. Bras. Ci. Solo, p. 79-90.

\_\_\_\_\_. (1992). Uma evolução recente da pedologia e suas implicações no conhecimento da gênese do relevo. Belo Horizonte, III Cong. Abequa, Anais, p. 43-58.

CARSON, M. A. e KIRKBY, M.J. (1972). *Hillslope Form and Process*. Cambridge: Cambridge University Press, 357 p.

DAVIS. W. M. 1899. *The geographical cycle*. *Geographical Journal*,. 14: 481-504 p.

\_\_\_\_\_. (1938). Sheetfloods and Streamfloods. *Bull. Geol. Soc. Am. New York*, 49 Sep.: 1337-1416.

ERHART, H. (1956). *La genèse des sols en tant que phénomène géologique*. Paris, Masson et Cie, Ed., 90 p.

- GILBERT, G. K. (1972) *Report on the Geology of the Henry Mountains*. In: SCHUMM, S. A. (ed.). *River Morphology*. Stroudsburg Pennsylvania: Dowden, Hutchinson & Ross, cap.02, p. 41-77.
- GUERRA, A. J. T. (1996). Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T. E CUNHA, S. B. da., (ORG.). *Geomorfologia – exercícios, técnicas e aplicações*. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, p. 139-155.
- KING, L. C. (1953). *Canons of landscape evolution*. Bull. Geol. Soc. of America. New York, , 64 (7), p. 721-752.
- LUCAS, Y. et al. (1984). Transição Latossolos-podzóis sobre a Formação Barreiras na região de Manaus, Amazônia. R. Bras. Ci. Solo, 8: p325-335.
- MACHADO FILHO, L. et al. (1983). Geologia. In: BRASIL – Ministério das Minas e Energia. PROJETO RADAMBRASIL, Folhas SF. 23/24, Rio de Janeiro – Vitória: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, MME, (Levantamento de Recursos Naturais, 32), p. 27-304.
- PENCK, W. (1953) *Morphological analysis of land forms*. Tradução e edição H. CZECH e K.C. BOSWELL. London, Macmillan, 429 p.
- QUEIROZ NETO, J. P. et al (1981). Um estudo de dinâmica de solos: formação e transformação de perfis com horizonte B textural. Salvador, XVIII Congr. Bras. Ci. Solo.
- QUEIROZ NETO, J. P. (2000). Geomorfologia e Pedologia. Rev. Bras. Geomorfologia, Vol.01, nº01, p. 59-67.