



**CARACTERIZAÇÃO E GÊNESE DAS FORMAÇÕES SUPERFICIAIS EM DUAS VERTENTES DA BACIA DO  
CÓRREGO DO QUEBRA (DEPRESSÃO DE GOUVEIA/MG)**

Luiz Otávio Martins Cruz<sup>1</sup>  
Ana Lúcia Lages<sup>1</sup>  
Leonardo Cristian Rocha<sup>1</sup>  
Marina Portugal<sup>1</sup>  
Nívia Regina Vitalino de Melo<sup>1</sup>  
Jésus Carneiro Magalhães<sup>2</sup>  
Roberto Célio Valadão<sup>3</sup>

*Palavras-chave: processos de coluvionamento, geoquímica de superfície, depressão de Gouveia.*

**INTRODUÇÃO**

A Depressão de Gouveia, localizada na Serra do Espinhaço Meridional/MG, é caracterizada por complexa evolução geomorfológica. Seu relevo, esculpido em rochas arqueanas – sobretudo gnaisses e xistos –, é o resultado da atuação de vários eventos desnudacionais responsáveis pela geração de grande diversidade de depósitos quaternários e pré-quaternários (SAADI e VALADÃO, 1987). Trabalhos realizados nesta região, voltados para a identificação, caracterização, gênese e evolução desses depósitos, reconheceram formações coluviais geneticamente associadas a duas fases deposicionais, individualizadas, cada uma delas, por linhas de pedra (SAADI e VALADÃO, 1987; SAADI, 1995). Este trabalho tem por objetivos caracterizar e descrever detalhadamente essas formações coluviais, tendo como referência as linhas de pedra, já reconhecidas em trabalhos anteriores.

**PROCESSOS DE COLUVIONAMENTO E FORMAÇÃO DE LINHAS DE PEDRAS**

Para THOMAS (1994), o termo colúvio é impreciso, podendo se referir tanto a material quanto ao processo de formação. Apesar disso, este termo tem sido utilizado na descrição de vasta quantidade de depósitos resultantes de movimentos de massa e fluxos dispersos de água e sedimento. Segundo o autor, sedimentos coluviais são geralmente resultados de rápida mudança climática ou acumulados em condições de clima seco ou úmido do passado, contudo também podem resultar de eventos de alta magnitude com

---

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Geografia/UFMG

<sup>2</sup> Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear – CDTN/CNEN

<sup>3</sup> Professor adjunto do Instituto de Geociências – Departamento de Geografia/UFMG



sistema climático contemporâneo de curto intervalo de tempo – 100 a 1000 anos. Podem, ainda, revestir mais que 50% da paisagem em regiões úmidas, como também na área mais seca dos trópicos, podendo atingir volumes consideráveis, especialmente em locais de baixa declividade. Eles adquirem propriedades físicas e químicas que diferem do saprolito do qual foram derivados.

TURNER (1996) designa colúvio os depósitos resultantes do transporte onde atuaram forças gravitacionais. As características dos materiais coluviais variam de acordo com as características das fontes de rocha e do clima, embora se apresentem fracamente estratificados e consistem em uma mistura heterogênea de terra e fragmentos de pedra que variam em tamanho, de partículas de argila até de rochas com um metro ou mais de diâmetro. Ressalta, ainda, a composição heterogênea dos fragmentos, raramente ultrapassando 8 a 10 m de espessura, os quais normalmente são menos espessos nas proximidades do interflúvio e mais espessos na base da vertente. Conforme BIGARELLA et al. (1996), a designação colúvio se refere ao material que sofreu deslocamento na vertente, isto é, aquele resultante da movimentação do elúvio.

No que se refere aos estudos acerca das linhas de pedra, LEHMAN (1960) sugere que os cascalhos seriam testemunhos de deslocamento de massa do material coluvial por solifluxão e, além disso, haveria uma lavagem do material fino em clima semi-árido. Já CAILLEUX e TRICART (1959) sugerem a atuação das termitas, na medida em que o material fino que recobre as linhas de pedra é transportado por esses animais e a linha de pedras é recoberta. TRICART (1959) considera outra possibilidade quanto à gênese das linhas de pedra quando propõe que essas estariam associadas a uma longa decomposição química responsável pela formação de solos profundos; mais tarde, mediante ação de climas mais secos, os solos são decapitados e as vertentes revestidas por material detrítico.

FANIRAN & JEJE (1983) propõem três conceitos distintos para entender a gênese das linhas de pedra, são eles:

(1) Estado de equilíbrio: este conceito procura demonstrar que as linhas de pedra estão sendo formadas por processos geomorfológicos e pedológicos contemporâneos (YANG, 1976), sendo a reptação do solo o mais importante desses processos (NYE, 1955 in: BIGARELLA et al., 1996). SMYTH e MONTGOMERY (1962) citado por BIGARELLA et al. (1996) afirmam que as linhas de pedra marcam o limite inferior da camada migratória do solo. Isto ocorre, principalmente, onde os veios de quartzo são abundantes na rocha em decomposição. Nessas áreas, com o intemperismo químico, a reptação do solo e o desenvolvimento progressivo das vertentes, os fragmentos do veio de quartzo são



incorporados dentro da massa em reptação (BERRY & RUXTON, 1959 in: BIGARELLA et al., 1996) e redistribuído como um horizonte no topo do saprolito sedentário.

(2) Intemperismo residual: este conceito explica as linhas de pedra e as camadas de seixos como produtos residuais do intemperismo químico, na medida em que esse progride para o interior do maciço rochoso. Os produtos da alteração seriam removidos em solução ou através da drenagem freática vertical ou horizontal, enquanto que minerais como o quartzo, o zircônio, o rutilo, dentre outros resistentes ao intemperismo, acumulam-se junto ao ferro mobilizado (YANG, 1976), o ferro, uma vez mobilizado, torna-se oxidado e endurecido. Evidências de perda de solo e medições de desenvolvimento vertical têm mostrado que este seria um mecanismo possível para explicar as linhas de pedra nas vertentes das florestas úmidas, onde a desnudação se faz principalmente através da lixiviação química e iluviação mecânica (FANIRAN E JEJE, 1983).

(3) Perturbação faunística: esta hipótese é baseada na remoção seletiva das frações finas do solo da subsuperfície para a superfície pelas térmitas, vermes e formigas. Esta atividade contribuiria para a formação de um horizonte distinto de fragmentos grossos, constituídos principalmente de fenoclastos de quartzo. As concreções encontradas nas linhas de pedra seriam também formadas *in situ* pela deposição de óxidos de ferro em determinadas porções do solo, onde a concentração do ferro, originalmente, não era alta (VINE, 1949). Em apoio a esta teoria, NYE (1955) afirma que o tamanho máximo das partículas no solo cobrindo as linhas de pedra é o mesmo encontrado no termiteiros.

### CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA INVESTIGADA

O município de Gouveia está localizado na porção centro-norte do Estado de Minas Gerais (Figura 1). Geomorfologicamente ocupa depressão interplanáltica esculpida no compartimento meridional da Serra do Espinhaço, onde se encontram exumadas rochas granitóides, metassedimentares e metavulcânicas (DINIZ, 2002). Essa depressão, de marcada orientação norte-sul, possui cerca de 300 metros de profundidade, cujo assoalho é modelado em granitóides – Complexo Gouveia –, bordado por vigorosas escarpas xistosas e quartizíticas. Esse assoalho é modelado em colinas de acentuada convexidade, topos achatados e largos, situadas em altitude média de 1000 a 1200m. Nessas vertentes ocorrem, predominantemente, Latossolos Vermelhos, Vermelho-Amarelos e Cambissolos, e nos depósitos aluvionares holocênicos Neossolos Flúvicos (DINIZ, 2002).

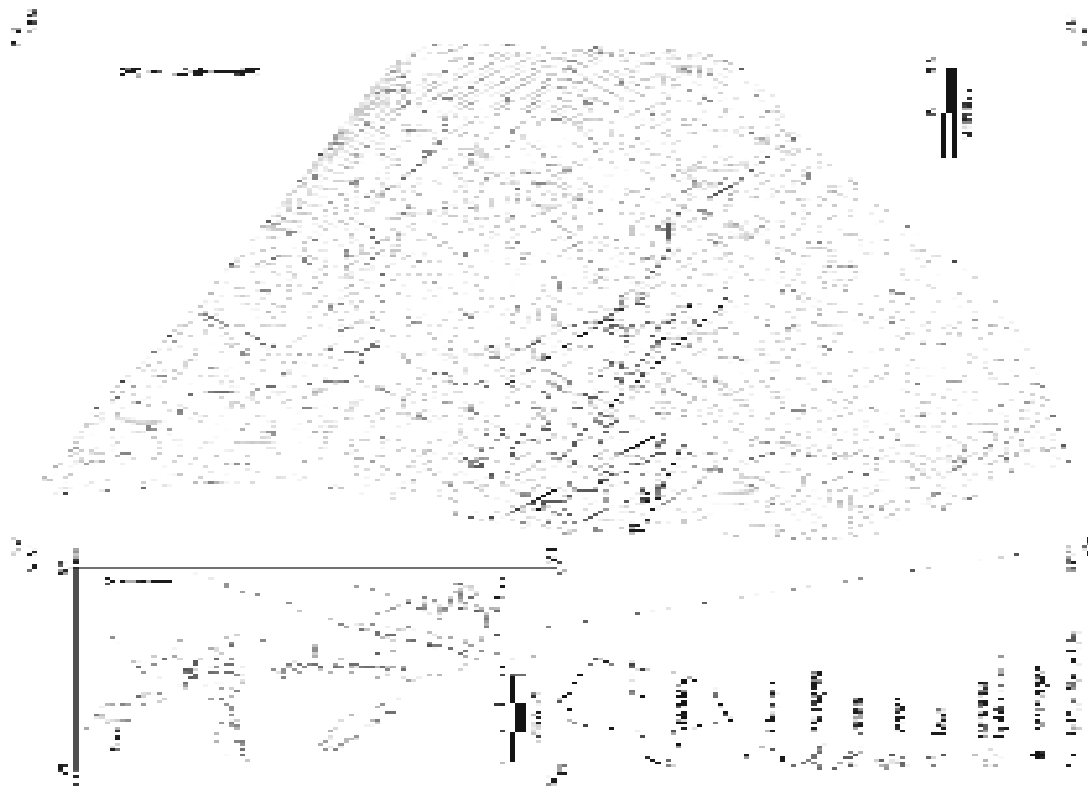


Figura 01: Localização da área investigada – Depressão de Gouveia/MG. Em detalhe: vertentes analisadas.

### PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com o objetivo de compreender acerca da gênese das formações superficiais em duas vertentes da bacia do Córrego do Quebra, foram descritos, em detalhe, os materiais inconsolidados que as revestem a partir da análise das bordas de duas voçorocas – Voçorocas 01 e 02 – situadas uma na margem direita e outra na margem esquerda do Córrego do Quebra (Figura 01). Nessas bordas foram levantadas sete seções estratigráficas, distribuídas longitudinalmente ao longo das vertentes analisadas e plotadas em perfis



topográficos (Figura 01). A descrição das seções guiou, ainda, a coleta de amostras deformadas.

O nível estratigráfico que guiou a descrição e coleta dessas amostras foi estabelecido pelas linhas de pedra. Em seguida, foram descritas as características dessas linhas de pedra – espessura, tamanho dos fragmentos, relação clasto-matriz e textura. O material inconsolidado situado estratigraficamente acima da linha de pedra foi analisado quanto os parâmetros, textura e espessura. A partir dessas observações foram definidos local e número de amostras a serem coletadas.

Foram coletadas 28 amostras – NL 01 a NL 28 – que se referem aos materiais que ocorrem acima das linhas de pedra. Essas amostras foram submetidas à análise granulométrica – Escala Wentworth – e análise de cor pela cartela de Munsell, no Laboratório de Geomorfologia do Instituto de Geociências da UFMG. Complementarmente, as amostras foram submetidas a análises químicas utilizando o método de Fluorescência de raios-X para análise qualitativa e determinação dos principais elementos, no laboratório do Serviço de Química e Radioquímica do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear – CDTN/CNEN.

## **APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

### **Seções Estratigráficas**

A análise do material acima da linha de pedra nas seções estratigráficas descritas demonstrou que a sua espessura aumenta na direção da porção mediana da vertente, a partir da qual essa espessura decresce (Figuras 02 e 03). Dentre as seções, na Seção 04, localizada na média vertente e em elemento côncavo, verifica-se a sua maior espessura (Figura 04). Na vertente que ocupa a margem esquerda do Córrego do Quebra a maior espessura dessa unidade também é encontrada na porção mediana da vertente. Na baixa vertente, o processo erosivo promove a retração da escarpa e conseqüente retirada do material.

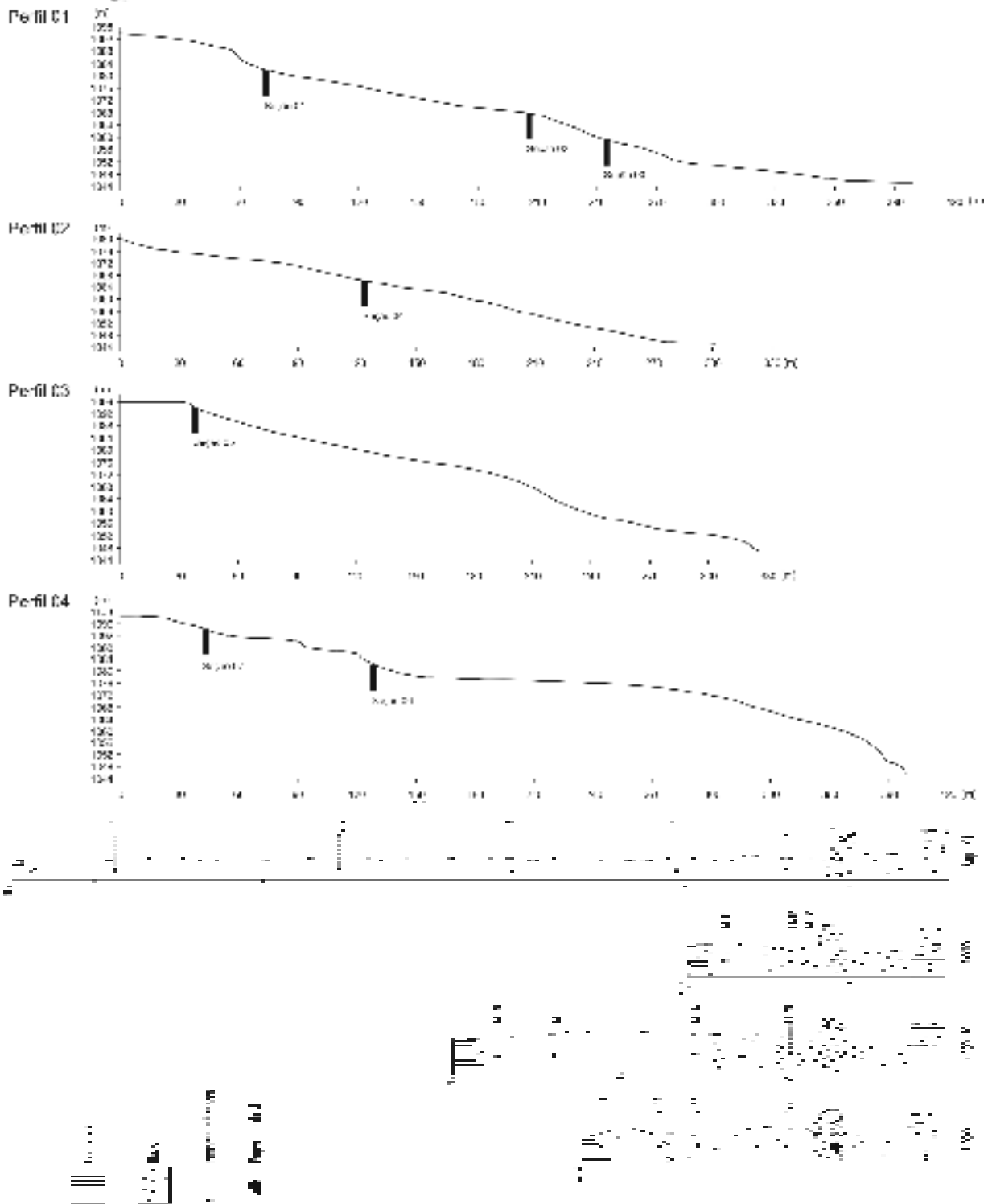


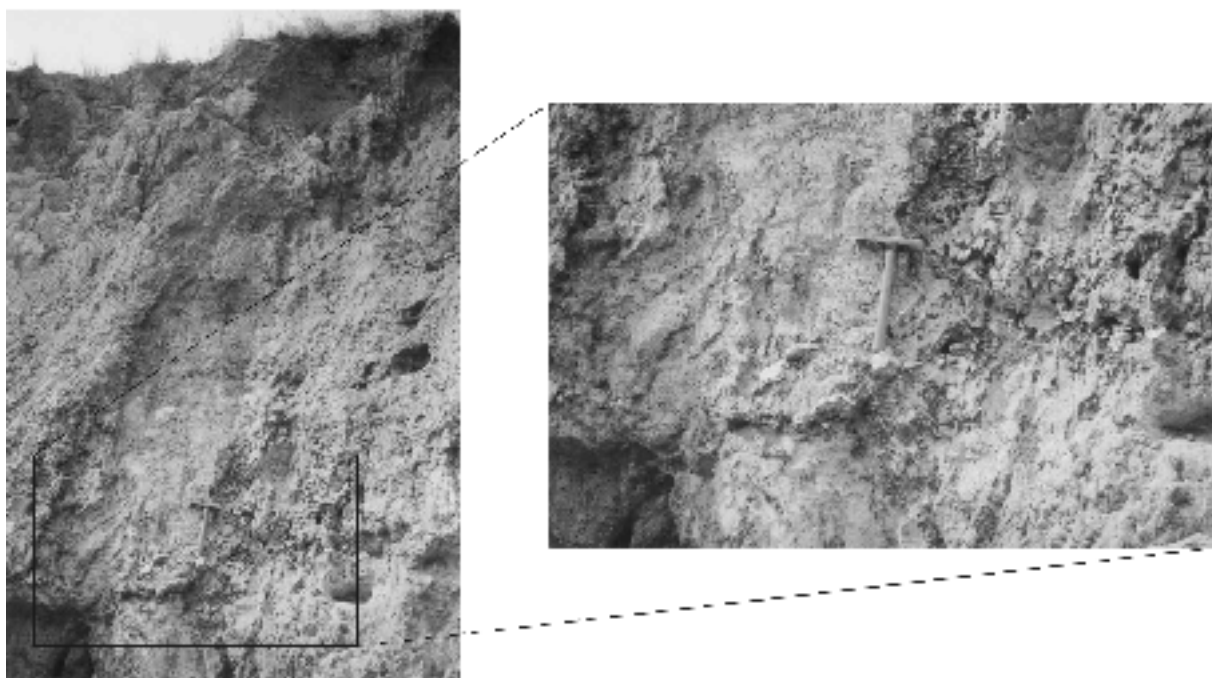
Figura 02: Seções estratigráficas das formações superficiais que revestem as vertentes da Bacia do Córrego do Quebra (Depressão de

Figura 02: Perfis topográficos ao longo das duas vertentes na bacia do Córrego do Quebra, mostrando a localização das seções estratigráficas.

Os resultados das análises granulométricas não apresentaram diferenças significativas ao longo das seções estratigráficas, as quais pudessem ser consideradas marcadores estratigráficos (Figura 05). Desta forma, dados de granulometria, neste caso,



não foram suficientes para identificar possíveis camadas de deposição de sedimentos ou descontinuidades físicas marcantes. Caso presentes estas camadas ou marcadores estratigráficos foram homogeneizados mediante ação de intenso processo pedogenético, bastante comum na região.



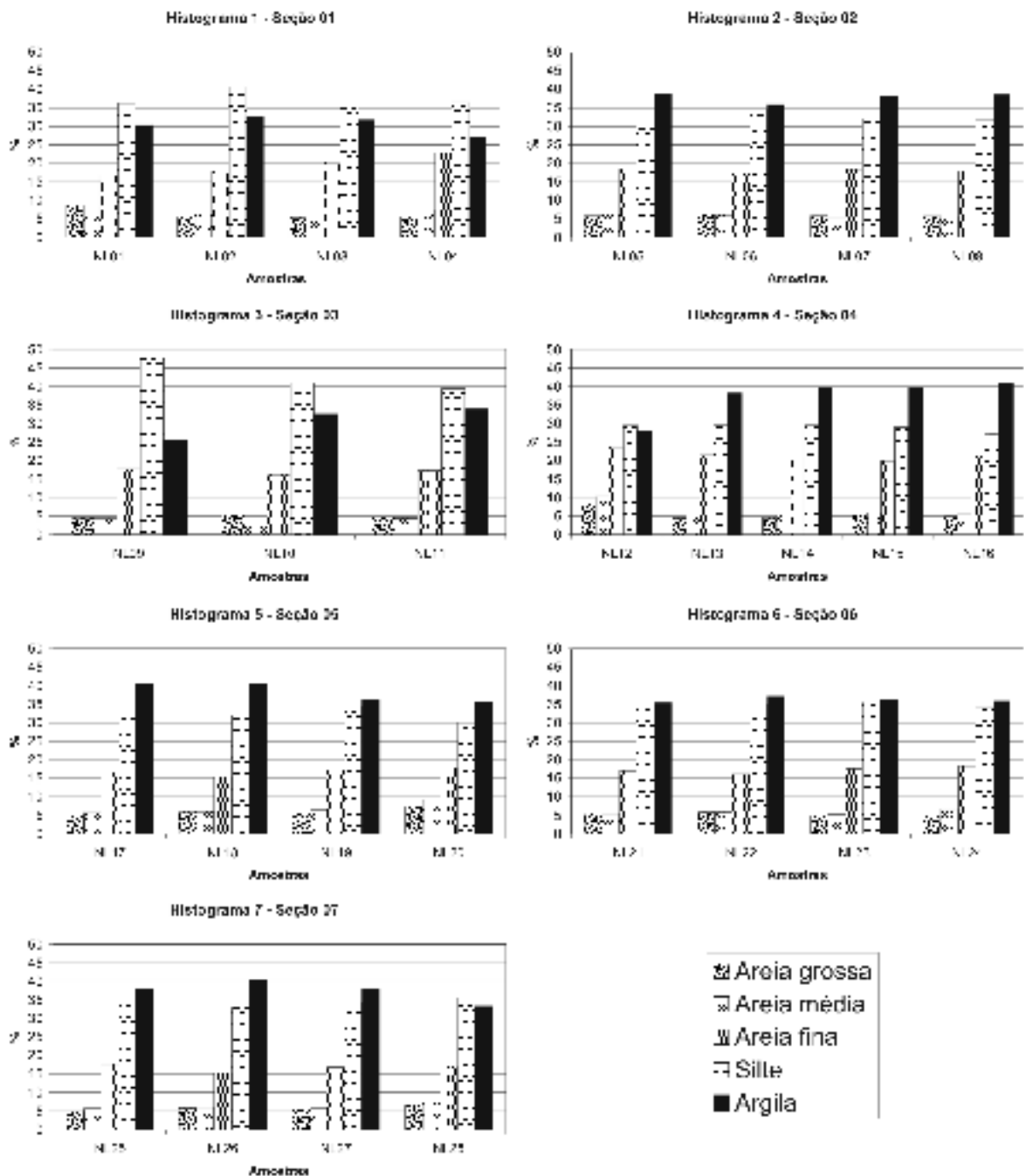
**Figura 04: Linha de pedra e material inconsolidado – em avançado estágio de alteração pedogênica – que a recobre. Imediatamente abaixo da linha de pedra, em contato brusco, ocorre material eluvial, onde se verifica vestígios da xistosidade que caracteriza a rocha sobrejacente - Seção 04.**

A análise geral da cor das amostras, pela cartela de Munsell, nas seções estratigráficas analisadas aponta para um vermelho-escuro próximo as linhas de pedra e, no topo das seções, cores que tendem ao vermelho-amarelo a Bruno claro. No entanto, essas características não podem ser utilizadas como parâmetro para a separação de possíveis eventos coluviais, como sugerido por VALADÃO (1986), SAADI & VALADÃO (1987) e FERREIRA (2002). Essa conclusão é baseada, sobretudo, nas seguintes observações:

- (i) A seção 01 não apresenta diferença de cores entre o material que está acima da linha de pedra mais fina (Figura 03), que seria o marcador de um segundo evento coluvial, e o material que está acima da linha de pedra mais espessa na base, que seria o primeiro evento coluvial;



- (ii) A seção 04 apresenta cores que tendem para o brunado próximo à linha de pedra, provavelmente em função da flutuação do nível freático e conseqüente redução do ferro;
- (iii) Na maioria das seções a tonalidade fica mais clara ou tendendo para o brunado próximo ao topo, independente de ter ou não uma segunda linha de pedra marcando um segundo evento coluvial, sendo que esse fato pode ser explicado pela influencia da matéria orgânica nos horizontes superiores do solo.







A análise geral das seções estratigráficas demonstra, para todas as seções, a presença de uma linha de pedra constituída predominantemente por fragmentos de quartzo, com espessura variando aproximadamente de 10 e 40 cm, apresentando material mais intemperizado sobrejacente e uma discordância erosiva angular com o material eluvial subjacente (Figura 03).

Em seis das sete seções estratigráficas analisadas os clastos são suportados, ou seja, há presença mais significativa de matriz em relação aos fragmentos, com exceção da Seção 05. Os fragmentos encontrados nas linhas de pedra variam de tamanhos pequenos – de 0,2 a 4 cm –, encontrados em todas as seções, a grandes – de 20 a 40 cm – encontrados principalmente nas seções 04 e 05. Predominam fragmentos angulosos a subangulosos na maioria das seções. Nas seções 01, 03 e 04 foram encontrados nas linhas de pedra, além de fragmentos de quartzo, predominantes em todas as seções, fragmentos de xisto de até 15 cm.

Somente em duas seções – 05 e 04 – não foi identificada a presença de pequenos fragmentos disseminados ao longo da seção, sendo que a presença destes foi identificada de forma disseminada e sem orientação nas seções 01, 03 e 07 e mais concentrados e também sem orientação preferencial próximos a linha de pedra basal nas seções 02 e 06 (Figura 03). Nas seções 01 e 06 ainda são encontrados pequenos fragmentos orientados formando uma segunda linha de pedra próxima ao topo, no entanto, apresenta-se menos espessa.

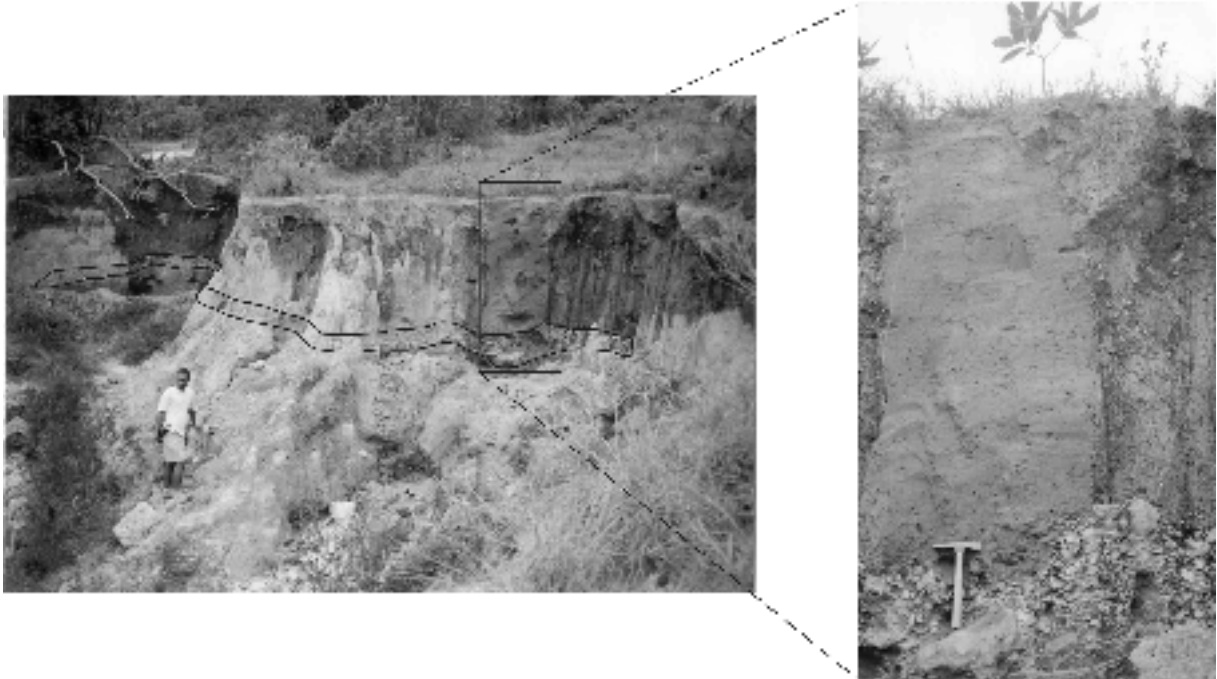
A partir da análise conjunta desses dados é possível sugerir uma origem alóctone para cobertura superficial investigada. Essa constatação é baseada, sobretudo, na ocorrência de marcante discordância erosiva e angular, verificada em todas as seções estratigráficas, bem como na presença de fragmentos de xisto associados a fragmentos de quartzo em algumas linhas de pedra, o que descartaria a hipótese do material que recobre a linha de pedra ser de origem autóctone, já que no material eluvial situado abaixo das linhas de pedra das seções analisadas estão bem mais intemperizados e não apresentaram nenhum fragmento.

Para que as linhas de pedra fossem consideradas produto do intemperismo residual, os veios progenitores teriam que cortar, de alguma forma, o material eluvial abaixo destas, o que não ocorre próximo às seções, sendo esta constatação um argumento favorável à gênese a partir de processos de coluvionamento. Outra evidência é a marcante continuidade lateral das linhas de pedra (Figura 06).

A variação no volume das seções analisadas, bem como sua distribuição ao longo



da vertente, também pode ser considerada como um indicativo do processo de retirada e deposição de materiais. Essa constatação pode ser feita devido a caracterização de paleosuperfícies, como antigos anfiteatros.



**Figura 06:** Ramificação na voçoroca 02 situada na vertente da margem esquerda do Córrego do Quebra, em cuja borda ocorre exposição de linha de pedra soterrada por colúvio = Seção 05.

### **Análise Geoquímica da Cobertura Superficial**

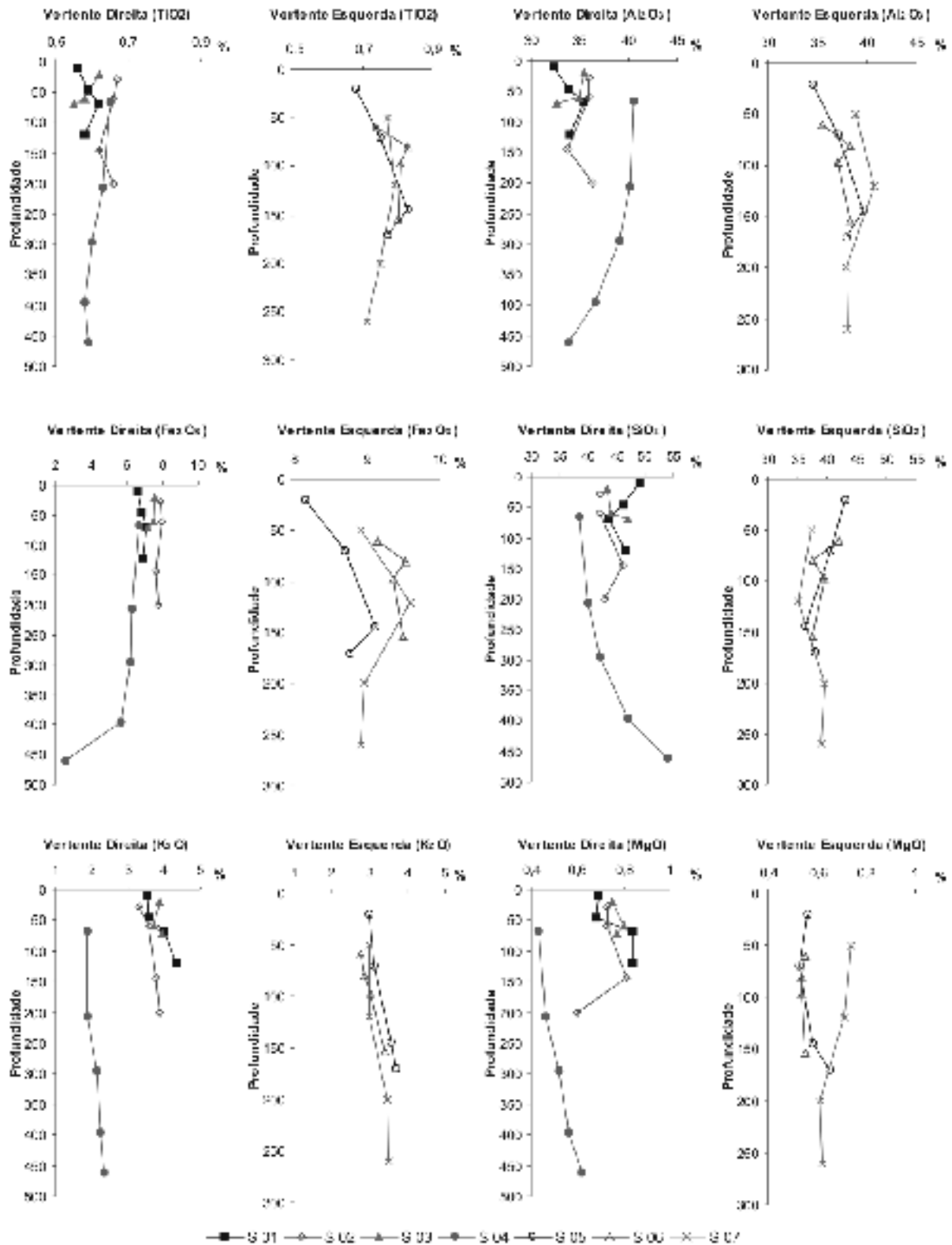
Os resultados das análises químicas das amostras totais determinaram quantitativamente os principais elementos presentes na amostra – Si, Al, Fe<sup>total</sup>, K, Ti, Mg – na forma de óxidos.

De forma geral, ao longo de todas as seções estratigráficas analisadas, o comportamento no que se refere às curvas de concentração de cada um dos elementos imóveis – Ti, Fe, Al – apresentaram características semelhantes (Figura 07). No entanto, apesar dessa semelhança, esse comportamento não foi verificado entre as seções estratigráficas (Figura 07). Verificou-se, na maioria dessas seções, que não há uma uniformidade na curva de concentração dos elementos imóveis em profundidade, ou seja, essas seções apresentam indicadores de descontinuidade geoquímica, que sugerem gênese a partir de processos de coluvionamento. As seções 03 e 04 apresentaram uniformidade na curva de concentração, o que pode ser explicado pelo avanço no processo de pedogênese, favorecido pela posição em regiões côncavas da vertente.

A análise das curvas de concentrações de sílica, elemento de mobilidade média,



demonstrou as mesmas características de descontinuidade geoquímicas, apresentando também as seções 03 e 04, uma uniformidade (Figura 07). No entanto, o padrão de concentração de sílica nas seções ocorre de forma inversa aos padrões encontrados para elementos imóveis.





A curva de concentração para o potássio, elemento de maior mobilidade, possui padrão contínuo de comportamento ao longo das seções (Figura 07). O magnésio, outro elemento de maior mobilidade analisado, apresentou comportamento semelhante em cinco das sete seções. Entretanto, devido as suas características químicas como nutriente, a descontinuidade na curva das seções 02 e 03 não é representativa na diferenciação de materiais. A característica desses elementos sugere que o avanço no processo de pedogênese contribuiu para uma uniformidade na curva de concentração.

A análise das curvas de concentração, principalmente no que se refere aos elementos imóveis, permite diferenciar a cobertura analisada de coberturas superficiais que tiveram gênese autóctone, devido ao comportamento geoquímico de coberturas eluviais apresentarem um padrão uniforme ao longo do perfil para os elementos imóveis.

Desta forma, as características geoquímicas da cobertura superficial analisada também apresentam evidências de que o material que as compõe provém de materiais transportados e retrabalhados, ou seja, possuem uma gênese alóctone.

### CONCLUSÕES

As características estratigráficas das formações superficiais analisadas, sobretudo aquelas que se desenvolvem da superfície até as linhas de pedras, forneceram indícios que sua gênese está associada a processos coluviais.

Pela análise granulométrica não foi possível constatar a identificação de materiais coluviais na área investigada, uma vez que os resultados foram homogêneos ao longo das seções, não permitindo diferenciação por suas características de estratificação. Esse fato pode ser justificado na área em questão devido a suas características de ambientes tropicais úmidos, e que está sujeita a alto grau de intemperismo e pedogênese, o que propicia alterações significativas nas suas feições.

Contudo, a análise química desses materiais subsidiou, através dos elementos mais resistentes a esse alto grau de intemperismo e pedogênese, a identificação de marcadores geoquímicos que evidenciaram descontinuidades químicas na cobertura superficial analisada, proporcionando, junto às outras evidências constatadas em campo, a gênese dessa cobertura por processos de coluvionamento.

Cabe ressaltar que este estudo foi realizado em áreas de anfiteatros e que são susceptíveis a esses tipos de formações, cabendo trabalhos futuros que determinem sua distribuição espacial na vertente.





---

---

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIGARELLA, J.J. et all. *Estrutura e origem das paisagens tropicais e Subtropicais. Florianópolis*. Ed UFSC. 1996. Volume 01 425p.
- CAILLEUX, A. & TRICART, J. *Zonas Fitogeográficas e morfoclimáticas do Quaternário no Brasil*. *Not. Geomorf.*, Campinas, 2 (4): 12 – 15. 1959.
- CRUZ, L. O. M. *Comportamento desnudacional e evolução de curto-termo em voçorocas na microbacia do Córrego do Quebra em Gouveia-Espinhaço Meridional MG*. Instituto de Geociências da UFMG. Fevereiro de 2003. Monografia de graduação. 62 p.
- DINIZ, A D. *Levantamento Pedológico da Porção Norte da Bacia do Ribeirão do Chiqueiro-Gouveia, MG, e a Relação Entre as Classes de Solos e a Erosão*. Belo Horizonte: IGC/UFMG, 2002. 132p. (Dissertação de Mestrado).
- FANIRAN A. & JEJE L. K. *Humid Tropical Geomorphology*. New York: Longman. P: 1-12; 1983. p. 42-106.
- FERREIRA, A. A de O. *Mapeamento das Formações Superficiais da Bacia do Córrego do Rio Grande-Depressão de Gouveia (Serra do Espinhaço Meridional/MG)*. Belo Horizonte: IGC/UFMG, 2002. (Dissertação de Mestrado).
- LEHMANN, H. *Observações morfoclimáticas na Serra da Mantiqueira e no vale do Paraíba*, 3 (5), *Not. Geomorf.* 1960.pp. 1 – 6.
- MUNSELL, Color Company. *Munsell Color Soil Charts*. Baltimore Md: USA, 1954.
- NYE, P. H. *Some soil forming processes in the humid tropics*. Pt, II: The development of the upper slope member of the catena. 6, *Journal Soil Sci.* 1955.pp 51 – 62.
- SAADI & VALADÃO 1987 . *Evolução geomorfológica quaternária da região de Gouveia, Serra do Espinhaço*. In: Simpósio de Geologia MG. BHTE-MG 1987. Anais. SBG-MG, 1987. Bol. SBG, (7): 434-448.
- SAADI, A. *A Geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e de suas margens*. GEONOMOS - Revista de Geociências. Vol. 3, nº 1, Julho de 1995. Pág. 41-63.
- THOMAS, M. F. *Geomorphology in the tropics: study of weathering and denudation in low latitudes*. Ed; Wiley. 1994.460p.
- TRICART, J. *Informações para a interpretação paleogeográfica das cascalheiras*. *Not. Geomorf.* , 2 (4): 1- 11. 1959.
- TURNER, A. K. *Colluvium and Tallus*. Landslides investigation and mitigation, special report 247. Washington D. C. National Academy Press 1996. 525 – 554 p.



- VALADÃO, C. R. *Estudo Sedimentológico das Formações Superficiais do Sistema Alveolar do Córrego dos Pereiras. (Bacia do Ribeirão do Chiqueiro-Espinhaço Meridional-MG)*. Belo Horizonte: IGC/UFMG, 1986. 78p. (Monografia de Graduação B)
- VINE, H. *Nigerian soils in relation to parent material*. Comm. Bureau Soil Sec. Techn., Comm., 42: 22 – 29.
- YANG, A. *Slopes*. Edinburgh: Oliver and Boyd. 1976. 299p.