

## **Análise micromorfológica e a utilização de GPR no entendimento da pedodiversidade.**

### **Micromorphological Analysis and the use of GPR in the Understanding of Pedodiversity**

*Leonardo Cristian Rocha*  
Geógrafo, Professor Doutor, UFSJ  
[rochageo@ufs.edu.br](mailto:rochageo@ufs.edu.br)

*Vilma Lúcia Macagnam Carvalho*  
Geógrafa, Professora Doutora, UFMG  
[vilmageografia97@gmail.com](mailto:vilmageografia97@gmail.com)

*Cristina Helena Rocha Ribeiro Augustin*  
Geógrafa, Professora Doutora, UFMG  
[chaugustin@ymail.com](mailto:chaugustin@ymail.com)

*Paulo Roberto Antunes Aranha*  
Engenheiro de Minas, Professor Doutor, UFMG  
[aranha1941@gmail.com](mailto:aranha1941@gmail.com)

*Arlon Cândido Ferreira*  
Geógrafo, Doutorando em Geografia, UFF  
[arloncf@gmail.com](mailto:arloncf@gmail.com)

#### **Resumo**

A pedodiversidade é entendida como a variação das classes de solo em uma determinada unidade espacial, desta forma está intrinsecamente relacionada com a modelagem terrestre. Esta pesquisa foi realizada na porção Meridional da Serra do Espinhaço na Depressão de Gouveia. Esta região apresenta algumas singularidades no que se refere à evolução pedogeomorfológica, uma vez que esta é formada através da retração das escarpas quartzíticas do Supergrupo Espinhaço, gerando a exumação do embasamento e, conseqüentemente, uma nova configuração da paisagem como alteração do nível de base, entalhamento de canais fluviais, coluvionamentos, entre outros. Esta pesquisa foi realizada a partir metodologia de BOULET et al. (1982), que permite uma análise de detalhe, contribuindo para o entendimento da organização dos solos. Por meio disso, pôde-se determinar os pontos de interesse para a análise micromorfológica. Outra técnica utilizada foi o GPR (Georadar), para identificar as formações que seriam *in situ* e as formações coluviais a partir da utilização de antenas de 100MHz. As análises de textura dos solos, que revelaram uma sequência granulométrica com grande quantidade de argila em alguns perfis amostrados, revelando um alto grau de intemperização. A micromorfologia foi uma técnica de grande importância na identificação precisa das características dos perfis, não foi possível identificar evidências claras de formação coluvial. Análises químicas, forneceram resultados importantes, principalmente, no que se refere à evolução do manto de intemperismo. Finalmente, a técnica do GPR auxiliou muito nas conclusões sobre a origem do pavimento detrítico. Fato determinante, para entender o material como sendo *in situ*. A partir dessa caracterização, torna-se evidente que não há como entender e caracterizar os solos de uma determinada região, sem que antes não haja um estudo aprofundado da Geomorfologia, importante para estudos com esses fins

**Palavras-chave:** Pedodiversidade, Micromorfologia, GPR

## Abstract

Pedodiversity is understood as the variation of the soil classes in a given spatial unit, in this way it is intrinsically related to terrestrial modeling. This research was carried out in the Southern portion of Serra do Espinhaço in the Depression of Gouveia. This region presents some singularities regarding the pedogeomorphological evolution, since this is formed by the retraction of the quartzitic escarpments of the Espinhaço Supergroup, generating the exhumation of the basement and, consequently, a new configuration of the landscape as alteration of the base level, grooving of fluvial channels, colluvium, among others. This research was carried out using the methodology of BOULET et al. (1982), which allows a detailed analysis, contributing to the understanding of soil organization. By means of this, it was possible to determine the points of interest for the micromorphological analysis. Another technique used was the GPR (Georadar), to identify the formations that would be in situ and the colluvial formations from the use of antennas of 100MHz. Soil texture analyzes, which revealed a granulometric sequence with large amount of clay in some sampled profiles, revealing a high degree of weathering. Micromorphology was a technique of great importance in the precise identification of the characteristics of the profiles, it was not possible to identify clear evidence of coluvial formation. Chemical analyzes provided important results, mainly in relation to the evolution of the weathering mantle. Finally, the GPR technique helped a lot in the conclusions about the origin of the detrital pavement. Determining fact, to understand the material as being in situ. From this characterization, it becomes evident that there is no way to understand and characterize the soils of a certain region, without there being no in-depth study of geomorphology, important for studies with these purposes

**Keywords:** Pedodiversity, Micromorphology, GPR.

## 1. INTRODUÇÃO

A variação ou diversidade dos elementos abióticos contido na estrutura de uma paisagem é denominado Geodiversidade. Esse conjunto de elementos, incluindo os processos físico-químicos associados as geoformas, rochas, minerais, fósseis e solos são formados a partir da interação entre os processos externos e internos da Terra. Entre esses processos podemos destacar os processos geomorfológicos, sedimentológicos, estruturais, petrológicos, mineralógicos e pedológicos, este último pouco debatido no âmbito da Geodiversidade, trazendo à tona a urgência em valorizar e conservar.

A pedodiversidade é entendida como a variação das classes de solo em uma determinada unidade espacial a partir de análises quali/quantitativas. Desta forma, a pedodiversidade pode ser avaliada pelos atributos pedológicos desde a escala macro a microscópica, de acordo com Ibánes e Feoli (2013). A diversidade pedológica está intrinsecamente relacionada com a modelagem terrestre. Para os autores acima citados os estudos da diversidade geomorfológica, geológica (*Geodiversidade*) seriam semelhantes aos da biodiversidade e pedodiversidade. Entende-se, portanto, que todas as diversidades de recursos naturais estão correlacionadas e obedecem às mesmas leis, sendo a biodiversidade alvo principal das ações de conservação.

Esta pesquisa foi realizada no Município de Gouveia – MG, região que se localiza na porção Meridional da Serra do Espinhaço. A região, pelas particularidades e pelas complexidades de sua evolução, instiga a comunidade acadêmica a desenvolver diversos estudos dos mais variados temas, buscando cada vez mais o entendimento da dinâmica da área em questão.

A Depressão de Gouveia apresenta algumas singularidades no que se refere à evolução geomorfológica, uma vez que esta é formada através da retração das escarpas quartzíticas do Supergrupo Espinhaço, gerando a exumação do embasamento e, conseqüentemente, uma nova configuração da paisagem como alteração do nível de base, entalhamento de canais fluviais, coluvionamentos, entre outros.

Ao longo do Quaternário, diversas mudanças assolaram a Depressão de Gouveia, gerando a nova configuração dessa paisagem. Esta região é marcada por intensos processos erosivos, principalmente, no que se refere aos voçorocamentos que atingem a região. Este fato, aliado à ocupação antrópica, tem se mostrado cada vez mais evidente e preocupante. Dentro desse contexto a análise micromorfológica e a utilização do GPR, auxiliarão no entendimento da evolução pedogeomorfológica, pois a Geomorfologia é a chave para o entendimento da pedodiversidade e um dos indicativos para a sua Geoconservação.

## 2. ÁREA DE ESTUDO

A microbacia em estudo está situada na zona rural do município de Gouveia (Figura 1). Esta se localiza na bacia do córrego Rio Grande. De acordo com a classificação de Strahler (1952), para hierarquizar uma bacia hidrográfica, a microbacia do córrego do Quebra é classificada como uma sub-bacia de segunda ordem. Em relação ao seu leito, este se apresenta meandrante, com presença de *point bar* ou barra de pontal. Este córrego encontra-se margeando a vertente pesquisada

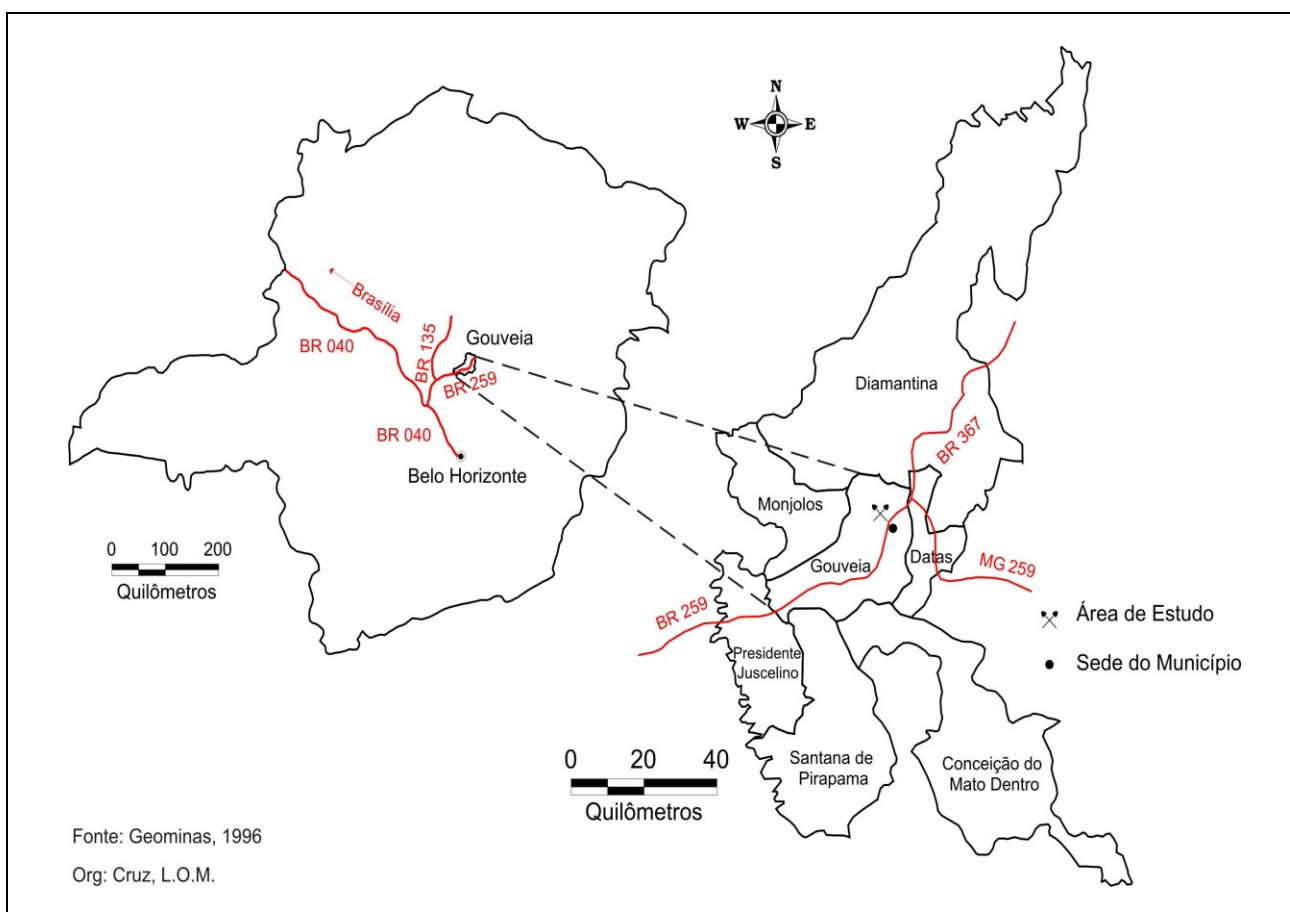
As nascentes da bacia em questão encontram-se sobre o Grupo Costa Sena, com a predominância de rochas máficas ou félsicas, além de existir quartzo, micaxistos e quartzo xistos de coloração cinza escuro. Entretanto, é importante destacar que a maior parte dessa bacia se encontra sobre as do complexo Gouveia, estando associadas com rochas graníticas, predominando sobre migmatitos, anfíbolitos, milonitos, protomilonitos, ultramilonitos e filonitos. Em relação às vertentes estudadas, em ambas são mais comuns encontrar xistos e micaxistos e quartzos

A Geomorfologia da bacia do Córrego do Quebra apresenta-se de forma semelhante à Geomorfologia geral da depressão de Gouveia, estando a área de estudo mais deprimida em relação à área que a circunda, uma vez que, ao redor, encontram-se áreas escarpadas em quartzitos pertencentes ao Supergrupo Espinhaço

A vertente estudada, encontra-se à margem direita do Córrego do Quebra, apresenta-se também de forma com menor Convexidade, mas com um comprimento de 210m aproximadamente e com uma declividade média em torno de 8 graus. Esta vertente possui grande quantidade de cascalhos ao longo de toda a sua superfície.

Nessa vertente encontram-se estágios erosivos avançados. Os mais marcantes são representados pelo voçorocamento. Essa intensa atividade erosiva, promovida pelas voçorocas, é responsável por grande parte do assoreamento dos córregos da região. Cruz (2003) identificou nas voçorocas da microbacia, em estudo, os diferentes estágios de evolução, condicionados pela presença da vegetação, pelo maior gradiente hidráulico ao poder erosivo da enxurrada. Ambos são associados às dimensões das voçorocas.

Augustin (1999) ressalta que o fator antrópico tem caráter relevante em relação aos processos erosivos, como a retirada da cobertura vegetal para a formação de pastagens, estradas mal construídas e os terracetes formados pelo pisoteio do gado que, a partir deste, podem evoluir para uma ravina e até mesmo para uma voçoroca.



**Figura 1** – Mapa de localização da área de estudo.  
**Fonte** – Geominas (1996).

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Realizou-se o trabalho de acordo com a metodologia de Boulet et al. (1982), esta metodologia permite uma análise de detalhe, contribuindo bastante para o entendimento da organização dos solos. Definida a área, fez-se o levantamento topográfico, com balizas e com clinômetro ao longo da vertente. Analisou-se uma topossequência na vertente com abertura de trincheiras e tradagens entre elas. O perfil de cada trincheira foi descrito, identificando suas características pedológicas, sucessões de horizontes, espessuras, limites, transições e feições pedológicas encontradas. Coletaram-se amostras de solo para a realização de análises físicas, segundo metodologia da Embrapa (1999), no laboratório de Geomorfologia do IGC/UFG. Para os dados de análises químicas, utilizaram-se os dados apresentados por Diniz (2002), cuja área de estudo foi a mesma desta pesquisa.

Fez-se uma topossequência de aproximadamente 190m, em declividade média de 8%. A topossequência não foi até o fim dos 210 m da vertente porque, próximo aos 190 m, havia uma ruptura de declive sustentada pelo veio de quartzo. Foram analisados 3 perfis, situados em três compartimentos diferentes, identificados em função de fatores pedológicos, hídricos, bióticos e topográficos: alta, média e baixa vertente. (perfis 1, 2 e 3)

De posse dos dados levantados até então, obteve-se a representação gráfica da topossequência com o sistema de transformação pedológica e a organização interna dos horizontes encontrados (Figura 2). Por meio disso, pôde-se determinar os pontos de interesse para a análise micromorfológica, com a coleta de amostras indeformadas do solo.

Outra técnica utilizada foi o GPR (Georadar), inicialmente utilizada por Aranha (2000). Este autor fez um mapeamento das coberturas superficiais, utilizando-se desta técnica na bacia do Ribeirão do Chiqueiro, identificando as formações que seriam *in situ* e as formações colúvias. Para o levantamento da vertente através desta técnica, utilizou-se antenas de 100MHz.

De posse desse conjunto de dados, aliados às informações obtidas nos trabalhos já realizados na região, procurou-se estabelecer uma correlação de informações que permitiram estabelecer não só as características da área como a caracterização dos solos e relevo presentes.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Descrição dos Perfis

#### Perfil 01 – Topo da vertente

Este solo foi inicialmente classificado como Cambissolo Raso, tendo como litologia principal, granito milonitizado. A situação na qual o perfil se encontra, é de um relevo suave ondulado com

presença de erosão laminar. A 200 m metros da abertura da trincheira, há presença de voçorocamento, a vegetação é de campo cerrado e a área atual é utilizada como pastagem. (Figura 2)

Observou-se que não ocorre horizonte A devido à intensa cascalheira superficial. Portanto, primeiramente analisou-se o horizonte Bi. Este possui uma espessura de 19cm (33 – 52 cm), tendo uma cor de 7,5 YR 5/8, vermelho, de acordo com a cartilha de Munssel. A textura é argilosa, de estrutura moderada a média, em blocos angulares a subangulares; sua consistência é ligeiramente dura, muito friável, plástico e ligeiramente pegajoso. As raízes são raras e finas.

O horizonte C possui uma espessura de 28cm (52 – 80+). A cor é classificada com 2,5 YR 4/8, Vermelho-escuro, (com nódulos amarelos). A textura é argilosa e, por meio do teste do tato, mostra-se também cascalhenta. Na realidade, trata-se do nódulo amarelo endurecido. A estrutura é moderada de fraca a média, blocos angular e subangular. A consistência caracteriza-se por ser macia, muito friável, ligeiramente plástico a plástico pegajoso. As raízes são raras e finas. O que chama a atenção no perfil, principalmente, é o fato de haver espesso horizonte detrítico de 0 a 33 cm.

Cabe ressaltar, ao longo de todo o interflúvio, foi identificado um horizonte Bw de grande evolução. As tradagens terminaram na borda da voçoroca, em seus paredões encontra-se um horizonte B com 04 e 05 metros de profundidade. Então, conclui-se que, tanto na porção de alta vertente quanto ao longo do interflúvio, há um profundo manto de intemperismo.

## **Perfil 02**

Classificou-se este solo como Cambissolo. O relevo é classificado como ondulado. Não há horizonte A, novamente devido à cascalheira superficial. O horizonte Bi possui uma espessura de 18 cm (52 – 70) com a cor de 2,5 YR 4/8, Vermelho-escuro, de textura argilosa com estrutura moderada pequena média em blocos angulares. A consistência é ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso. As raízes são raras e finas (Figura 2).

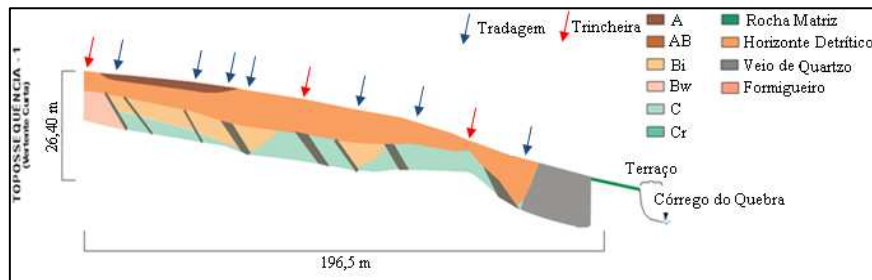
O horizonte C tem uma espessura de 15 cm (70 – 85) com a cor de 2,5YR 5/4, Vermelho-acinzentado, a textura é silto arenosa e de estrutura maciça. A consistência é ligeiramente dura, muito friável, plástico a ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, sem a presença de raízes. Chama a atenção novamente o espesso pavimento detrítico de 52 cm (0 – 52) e os seixos angulares a subangulares mal selecionados

## **Perfil 03**

Classificou-se este solo como Neossolo. A formação geológica e a vegetação são as mesmas das descrições anteriores. As diferenças estão na declividade, classificada como forte ondulado e erosão em ravina.

Nessa trincheira, descreveu-se somente o horizonte C com espessura de 23 cm (20 – 43), apresentando uma cor de 10 YR 5/6, Bruno-amarelado. A textura é areno argilosa com estrutura maciça. A sua consistência é ligeiramente dura, muito friável, não plástico a ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso. As raízes são raras e finas (Figura 2).

Dos 43 – 90+, observou-se um horizonte classificado de Cr de 47 cm, o qual não foi descrito por guardar características muito próximas com a rocha matriz e, portanto, pode-se afirmar que, nesse horizonte, encontravam-se vários fragmentos de rocha.



**Figura 2** – Toposseqüência do Sistema de Transformação Pedológica

**Fonte** – Rocha, 2004.

#### 4.2. Análise granulométrica dos solos

A análise granulométrica do horizonte A não foi realizada, já que, ao longo dessa vertente, esse horizonte é muito raso. Abaixo, há formação de um horizonte detrítico que chega até a 30 cm de espessura.

O perfil 01 está na porção de alta vertente. Como podemos observar na tabela 01, sobressai-se, no horizonte Bi, a baixa concentração de areia, principalmente, no que se refere a areia grossa com pouco mais de 1 % do total das frações encontradas no perfil. A areia fina encontra-se em maior proporção do que a areia grossa; contudo, com baixos percentuais, comparando-se com as frações de argila e de silte (Tabela 1). Essas duas últimas frações correspondem a quase 90% do total das frações granulométricas. A fração silte ocorre em maior quantidade, todavia com pequena diferença, um pouco mais de 1%. Essa relação indica alto grau de intemperização segundo Resende et al. (2002).

**Tabela 01** - Análise granulométrica dos perfis (%).

Perfil 01	Areia grossa	Areia fina	Argila	Silte	TOTAL
Horizonte Bi	1,30	10,06	43,63	45,01	100%
Horizonte C	12,07	21,10	14,46	52,37	100%
<b>Perfil 02</b>					
Horizonte Bi	14,34	20,96	19,39	45,31	100%

Horizonte C	16,64	21,80	12,37	49,19	100%
<b>Perfil 03</b>					
Horizonte C	14,32	26,83	11,73	47,12	100%

No horizonte C, o aumento considerável de areia, nas frações de areia grossa e fina. No entanto, a maior diferença ocorre na fração de argila que, no perfil anterior, possuía mais de 43%, caindo para um pouco mais de 14% nesse horizonte. A fração silte tem um aumento considerável, alcançando valores superiores a 52%, o que mostra uma grande variação granulométrica entre os dois horizontes analisados. A grande porção de silte é indicativa de solos jovens. Mas, em solos altamente intemperizados, pode ocorrer outra situação, já que, de acordo com Resende et al. (2002), o silte pode ser formado por flocos de caulinita. Nesse caso, o alto teor de silte não corresponderia a altos teores de minerais primários facilmente intemperizáveis.

No perfil 02, na posição de média vertente, a concentração de areia aumenta consideravelmente, tanto para areia grossa quanto para areia fina, já que, no horizonte B<sub>i</sub>, a fração de areia fina é superior a fração argila. O silte encontra-se com alta concentração, possuindo mais de 45%. No horizonte C, a areia aumenta bastante; a fração argila diminui e o silte aumenta um pouco, alcançando valores próximos a 50%. Destacam-se, nesse perfil, com relação ao perfil anterior, o aumento dos valores a areia e a diminuição das frações argila (Tabela 1).

Além disso, notou-se que a concentração de silte do horizonte C do perfil 02 é menor do que a do perfil 01. Ao comparar a argila, observou-se que há uma diferença muito grande do perfil 01 com relação ao perfil 02, visto que a diferença em termos percentuais é próxima dos 24%. Já, a diferença entre os horizontes C dos dois perfis é aceitável, pouco superior a 2%.

Nesse perfil, notou-se um solo com menor evolução pedológica, uma vez que, Resende et al., (2002) afirmam que solos, com alto teor de areia e silte, são diagnósticos de solos jovens. Estes solos não sofreram uma forte intemperização para transforma-se em argilas.

Já, no perfil 03, encontrou-se somente horizonte C, pois, acima desse horizonte, desenvolve-se um espesso horizonte detrítico. Nesse perfil, a quantidade de argila diminui. Esta é menor em comparação aos outros perfis, possuindo valores pouco superiores a 11%. Ocorreu um aumento considerável da areia fina, chegando ser superior a 26%. Esta areia, somada com a fração areia grossa, teve a proporção superior aos 40% do total do perfil e o silte continuou com maior quantidade das frações analisadas. Este horizonte C, ao analisar os três perfis, possuiu a menor quantidade com valores pouco acima de 47%. Não resta dúvida que a partir desse perfil encontrou-se a rocha em um estado de transformação, devido à grande proporção de areia e silte com mais de 88% do total do perfil (Tabela 1).

Portilho (2003), em seu trabalho, faz uma análise do escoamento superficial e taxas de infiltração do solo nas vertentes estudadas. Este autor descreve maior o escoamento superficial na alta vertente de menor declividade e menor escoamento na baixa vertente de maior declividade.

Na alta vertente, entre as partículas de argila desenvolve uma micro porosidade, e a argila natural provoca um selamento da superfície. Já, na baixa vertente, a espessa camada de cascalho proporciona maior permeabilidade do solo, dificultando o fluxo superficial. Na média vertente, há um padrão intermediário entre as duas porções da vertente, anteriormente, analisadas.

A alta proporção de argila e silte encontrados no horizonte Bi do perfil 01 comprovam os dados discutidos pelo autor, uma vez que estas frações representam mais de 88% do total analisado. Destaca-se ainda o aumento da concentração de argila no solo. Este aumento pode gerar uma menor permeabilidade do solo, propiciando um maior fluxo superficial. Isso favorece os processos erosivos que se instalam no solo, analisado por Resende e Resende (1983). Contudo, é importante frisar que a maior coerência das partículas de argila pode reduzir a erodibilidade do solo, como proposto por Wischmeier e Mannering (1969).

Ademais, deve-se destacar a alta proporção de silte encontrada no horizonte, pois, trata-se de um solo do microagregado, tendo uma estrutura bem próxima de um horizonte Bw não sendo comum para um horizonte Bi, anteriormente descrito. Um solo com tal evolução não poderia alcançar tamanha proporção de silte, com um total de 45%. Figueiredo (1999) observou, nos solos da região, que os óxidos de ferro em frações muito pequenas podem aglutinar as argilas, podendo se comportar como pseudo-silte. Talvez isso explique essa intensa concentração de silte nesse horizonte.

Já, no horizonte C, o aumento considerável das frações de areia e a menor concentração de argila favorecem a taxa de infiltração no solo, facilitando o processo de infiltração e, conseqüentemente, maior lixiviação e maior evolução do manto de intemperismo. Percebe-se que este horizonte não poderia ser classificado como horizonte C, uma vez que este, também, apresenta-se todo microagregado, com um número muito pequeno de minerais primários intemperizáveis, restando somente quartzos com tamanhos bastante pequenos.

As manchas amarelas, observadas no perfil do solo, que permitiram caracterizá-lo como horizonte C podem ser somente oxidações de ferro por causa do excesso de água, provocado pela diferenciação de infiltração, uma vez que a linha de cascalhos em superfície pode provocar maior infiltração. Quando a água transpõe a cascalheira, a infiltração diminui e a água acumula-se no perfil, fato comprovado por Portilho (2003). Desta forma, não haveria aqui um B incipiente, porém um horizonte B latossólico.

Além disso, o autor destaca que a perda de solo nessa vertente ocorre em maior parte na alta vertente, seguida da média e, finalmente, da baixa vertente. Isso ocorre porque a argila e o silte

encontrados, em sua maioria nas partes superiores, são mais fáceis de serem transportados, ao contrário da parte inferior, constituída essencialmente de cascalhos. A partir dessas observações feitas pelo autor, notou-se que há um rejuvenescimento dessa vertente, restando, somente na parte superior, material a ser transportado, já que, na porção de média e de baixa vertente, o material acima já havia sido erodido, aflorando as cascalheiras, observado por Rocha e Carvalho (2003).

Portilho (2003) afirma que, na vertente na sua porção superior, há uma menor umidade na superfície. A água se perde com facilidade no horizonte subsuperficial do solo. Verifica-se este fato por causa da estrutura do solo e por causa da maior concentração de areia, principalmente, no horizonte "C". Na média vertente, a descontinuidade granulométrica altera o padrão de infiltração. Esta é mais rápida, onde há cascalho, e mais lenta, na massa do solo. Essa descontinuidade, proposta por Portilho (2003), pode ser comprovada pelas concentrações de areia, mas, fundamentalmente, pelo decréscimo da argila e pelo aumento do silte em profundidade. Já, na baixa vertente, ocorrem alta concentração de umidade, infiltração em profundidade e retenção de água abaixo da linha de cascalhos. Chegando ao horizonte C de estrutura maciça e bastante siltoso, faz com que água tenha baixa infiltração e permaneça no solo por muito tempo, e o fluxo lateral dela aumente.

Cruz (2003), ao estudar as voçorocas instaladas nessa vertente, constata que apresentavam maior perda de sedimentos nos períodos de seca, principalmente as menores. Deste modo, comprovou-se a permanência de água no solo quando esta chega principalmente no horizonte C que, percolando lateralmente mesmo após a diminuição das chuvas, contribui para um grande esvaziamento geoquímico.

### 4.3. Análise Química

No perfil 01, devido ao espesso horizonte detrítico superficial, não houve possibilidade de coletar o material para que fossem realizadas análises químicas (Tabela 2). Observando o horizonte Bi, segundo Moniz (1972), o pH deste solo o caracteriza como solo mediantemente ácido. Mas o destaque é dado para as bases que possuem um teor baixo. Ao somar o cálcio e magnésio, tem-se um valor de 0,05. Conforme Moniz, para ser considerado um valor baixo, este deveria ser inferior a 3,00mg. Desta forma, percebeu-se o quanto esses elementos são baixos ou praticamente inexistentes. A outra base encontrada é o K, um elemento que possuiu também uma baixa quantidade no perfil, pois, transformando o dado para c/mol, este representaria apenas 0,3. O P encontra-se também em pequena quantidade. Isso ocorre por causa da baixa quantidade de matéria orgânica (como pode ser visto acima), uma vez que, em solos com baixos teores de matéria orgânica, os próprios

microrganismos consomem este elemento, não havendo assim a sua mineralização. Outro fator muito interessante é a ausência de alumínio (Tabela 2).

O horizonte C, aqui, será analisado em conjunto (C1 e C2) devido à grande semelhança. Com relação ao horizonte acima analisado, ocorre uma diminuição da acidez que, de acordo com os parâmetros de Moniz (1972), seria classificado como fracamente ácido. Em relação às bases, os valores mantêm-se baixo, e ainda há uma diminuição dos dados analisados acima. A matéria orgânica decresce e o P mantêm-se constante.

No perfil 02, já na posição de media vertente, o horizonte A pode ser coletado, onde se percebe um pH considerado como fortemente ácido. Uma presença maior de alumínio é identificada e as bases possuem baixos valores. A matéria orgânica apresenta-se em maior quantidade do que os demais horizontes como era esperado. O fato instigante é a baixa presença do P em todos os horizontes com valores abaixo de um (Tabela 2).

**Tabela 02.** Análise química dos perfis.

Perfil	Posição	Classe Solo	Horiz.	Espessura (cm)	pH*	H+Al*	Al*	Ca*	Mg*	K*	MO dag/Kg	P mg/dm <sup>3</sup>	Sat. Al. %
01	Alta	C. latos.	A	c/ cascalho	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Bi	30 a 42	5,2	2,20	0,0	0,03	0,02	30	1,10	1	0
			C1	42 a 80	5,6	1,56	0,0	0,01	0,01	26	0,50	1	0
			C2	80 a 95+	5,7	1,58	0,0	0,02	0,02	29	0,48	1	0
02	Média	C. raso	A	c/ cascalho	4,9	3,50	1,05	0,13	0,04	18	2,48	<1	*
			Bi	47 a 60	5,1	2,20	0,32	0,05	0,03	13	1,91	<1	*
			Cr	60 a 97	5,2	1,50	0,35	0,08	0,02	06	1,06	<1	*
03	Baixa	C. raso	A	c/ cascalho	5,0	4,40	1,01	0,30	0,18	75	2,84	<1	*
			Bi	42 a 62	5,2	1,00	0,55	0,08	0,02	05	0,96	<1	*
			Cr	62 a 82	5,2	1,20	0,56	0,10	0,02	05	1,06	<1	*

\*cmol/dm<sup>3</sup>

Nota-se, ao aprofundar-se nesse perfil, a diminuição do pH, passando de fracamente ácido para moderadamente ácido. Em relação às bases, o Ca e Mg mantêm-se com baixos valores, praticamente, na mesma proporção. A queda significativa ocorreu com o K, e o teor de matéria orgânica obteve um aumento significativo em relação ao perfil anterior. Isso ocorreu devido a maior quantidade de matéria orgânica aqui encontrada no horizonte superficial. Outro aumento em relação ao perfil anterior foi o Al. O horizonte C, aqui, é classificado como Cr devido à grande proximidade com a rocha matriz, mas nele, o que se destaca é a queda do K e a maior presença do Al. No restante,

todos os dados se assemelham com o perfil acima, com exceção do P que agora possui valores abaixo de um.

O perfil 03, encontrado na posição de baixa vertente, apresenta características parecidas com as dos perfis anteriores, não ocorrendo significativas mudanças em relação à proporção dos elementos. Torna-se nítido, através dessas análises químicas, o quanto o manto de intemperismo é extremamente evoluído. São baixas as taxas de elementos como o Al, o qual é um elemento resistente. As bases são praticamente inexistentes, tratando-se de um solo bastante pobre devido ao intenso processo de lixiviação (Tabela 2).

Salgado (2002), ao realizar estudos de Desnudação Geoquímica na bacia do córrego do Rio Grande na depressão de Gouveia, onde está inserida a bacia do Córrego do Quebra, identificou uma perda de sílica superior à perda de bases nos canais fluviais. Desta forma, o autor comprova a imensa pobreza dos solos da região, constatando ainda o quanto este manto de intemperismo é evoluído. O normal seria ter encontrado uma maior perda de bases, mas isso não ocorreu porque essas já seriam escassas.

Cruz (2003), ao realizar estudos de monitoramento nas voçorocas, também quantificou a perda de minerais no solo, constatando-se, novamente, a baixa proporção de bases. Esse fato é favorecido pela grande perda promovida pelas voçorocas na estação seca como visto anteriormente. Isso é possível de ocorrer devido à retenção de água que ocorre no solo principalmente por volta dos 70 cm como comprovado por Portilho (2003). Esta água teria um comportamento lento no sentido lateral da vertente, promovendo uma perda de material mesmo nas estações secas. Então, essa retenção de água promoveria um intenso processo de lixiviação, resultando nesse manto de intemperismo alterado e evoluído.

É relevante ressaltar nesse momento que a água, percolando de forma lenta por toda a vertente e por todo ano, promoveria um deslocamento dos fragmentos dos veios de quartzo através de rastejamento. Mas, para isso, é necessário haver, no solo, muita argila e silte para que haja menos atrito, e o deslocamento seja possível de ser realizado. Esta situação foi identificada por Thomas (1994). Como, nessa vertente, há muita fração argila e silte (como foi comprovado pelos dados de textura), esta situação é, totalmente, possível de acontecer. Desta forma, torna-se possível dizer que as cascalheiras não seriam provenientes de uma outra área fonte, mas sim resultante da desintegração dos veios de quartzo ali presentes e do deslocamento por movimentos de massa.

#### 4.4. Análise Geral dos dados de Micro morfologia e Caracterização Pedológica das Vertentes estudadas

Ao analisar a tabela 03 no que se refere às proporções de esqueleto, plasma e poros percebe-se que no perfil 01, topo da vertente, encontra-se a maior proporção de plasma em todos horizontes analisados ficando em torno de 35 a 40%; já os poros estão em torno de 30 a 35%. A menor proporção encontrada do fundo matricial é a do esqueleto, que pode ser observado em torno dos 25 a 30% (Tabela 3).

No perfil 02, posição de média vertente, nota-se uma grande diferença em relação ao perfil anterior, fato que pode ser percebido pela grande concentração do esqueleto nos dois horizontes encontrados, tanto no horizonte Bi, quanto no horizonte C, apresentando 60% e 85%, respectivamente. Consequentemente era esperada a baixa quantidade de plasma verificada nos horizontes, sendo que no horizonte C é praticamente inexistente e no restante, são encontrados poros em pequenas proporções (Tabela 3).

O último perfil analisado é o número 03, onde há ausência do solum (horizonte A+B), ou seja, encontra-se apenas o saprolito guardando várias características da rocha. Como era esperado a grande proporção de esqueleto perfaz 75% da lâmina, com ausência de plasma e 25% de porosidade (Tabela 3).

**Tabela 03** - Distribuição (%) das frações Esqueleto, Plasma e Poro dos perfis.

<b>Perfil 01</b>	Esqueleto	Plasma	Poros
Horizonte	%	%	%
Bi : 33-52cm	25,0	40,0	35,0
C: 52-80+	35,0	35,0	30,0

Obs: 0-33cm – horizonte cascalhento

<b>Perfil 02</b>	Esqueleto	Plasma	Poros
Horizonte	%	%	%
Bi : 52-70cm	60,0	20,0	20,0
C: 70-85+	85,0	0,0	15,0

Obs: 0-52cm – horizonte cascalhento

<b>Perfil 03</b>	Esqueleto	Plasma	Poros
Horizonte	%	%	%
C: 20-43cm	75,0	0,0	25,0
Cr: 43-90+	—	—	—

**Tabela 4** – Análise Micromorfológica dos Perfis

Perfil	Horizonte	Pedalidade	Estrutura de base	Estrutura do plasma	Porosidade
01	Bi	Forte	Porfírica / aglomerada	Inssépica / mossépica	Ortoporos, canais, fissuras
01	Bi/C	Forte	Porfírica / aglomerada	Inssépica / mossépica	Fissuras e cavidades
01	C	Forte	Porfírica / aglomerada	Mossépica	Ortoporos, canais, fissuras
02	Bi	Fraca	Granular	Silassépica	Litoporos, ortoporos, fissuras
02	C	Apédico	Granular	Não tem	Litoporos e ortoporos
03	C	Apédico	Granular	Não tem	Litoporos e ortoporos

Com relação a tabela 04, o que pode ser percebido no perfil 01 é o alto grau de pedalidade em todos horizontes com uma estrutura de base porfírica/ aglomerada, e uma estrutura de plasma inssépica/mossépica. Além disso, percebe-se que em relação aos poros não foram encontrados litoporos, sendo essa característica importante em relação ao grau de evolução do solo, já que esse tipo de poro se apresenta em maior proporção em solos mais jovens no estágio evolutivo.

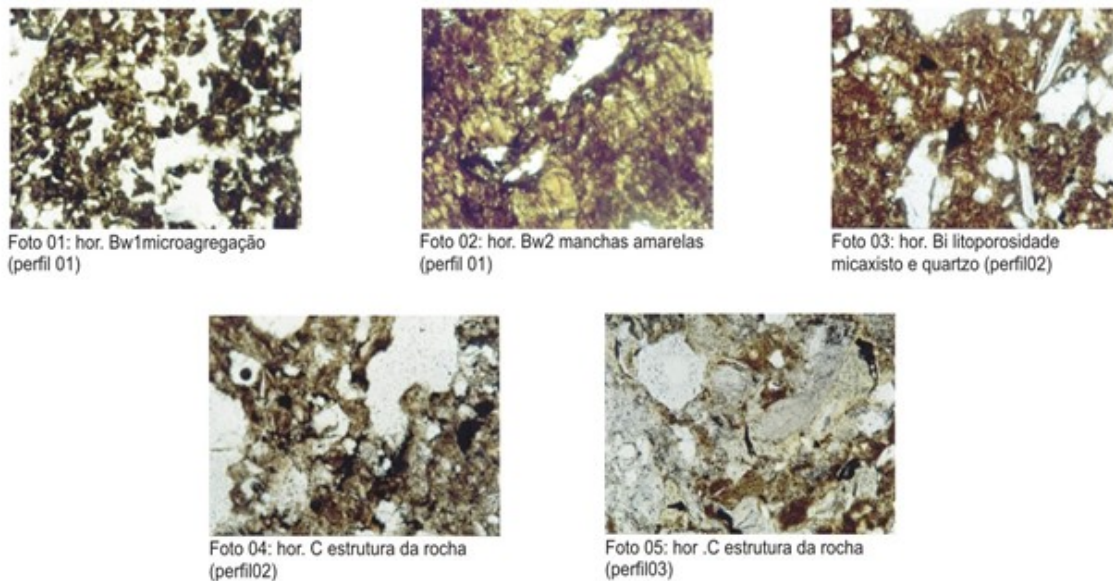
Já o perfil 02 percebe-se uma pedalidade fraca com uma estrutura de base granular e uma estrutura de plasma silassépica, havendo litoporos, ortoporos e fissuras, essas características denunciam um baixo grau evolutivo deste solo já a estrutura plasmática silassépica está dentro do grupo de plasma assépico, ou seja, não apresenta separação plásmica, uma vez que a separação plásmica melhor definida indicaria um maior processo pedogenético, assim pelas características descritas acima encontra-se um solo em formação (Tabela 4).

O perfil 03 é apédico de estrutura de base granular basicamente composta por esqueleto. Não possui estrutura plasmática, devido a ausência de plasma, já os poros, são caracterizados como litoporos e ortoporos como era esperado, devido à grande quantidade esqueleto. Devido a estas características nota-se uma baixa evolução pedológica (Tabela 4).

Analisando a vertente como um todo, outras considerações podem ser feitas, o perfil 01 é o da porção da alta vertente, onde não há horizonte A, composto por um horizonte detrítico superficial com aproximadamente 30cm de espessura. Este solo foi classificado por Diniz (2002) como um Cambissolo Latossólico, não só devido à espessura do horizonte B, inferior a 50cm, mas também devido à presença de algumas manchas amarelas as quais apareciam ao longo do perfil, interpretadas como relíquias de minerais primários.

Observadas as lâminas delgadas relativas a este perfil, vê-se um solo com alto grau de evolução, uma vez que este apresenta estrutura de base porfírica/agregada, bem típica de um

Latossolo. Comparado aos demais perfis, este é o horizonte mais evoluído de todos os analisados e classificados em campo como Latossolo. (Figura 3 – Foto 1)



**Figura 3** – Lâminas Delgadas dos perfis.  
**Fonte** – Rocha, 2004.

Em relação aos minerais, somente pequenos fragmentos de quartzo e micaxistos são encontrados e mesmo assim, quase inexistentes em algumas partes da lâmina. Outra característica analisada é a presença de alguns elementos de esqueleto com ferruginização.

Resende et al., (2002) afirmam que o quartzo em tamanho de 0,05mm de diâmetro é pouco resistente, ocorrendo nas frações de silte e de argila. Desta forma, devido ao tamanho muito pequeno dos quartzos encontrados em lâmina, esta seria também uma explicação para as frações de argila e de silte representarem mais de 98% no horizonte “Bi”.

Ao analisar a transição do horizonte Bi/C, percebe-se que não há mudanças significativas nas características analisadas anteriormente, somente uma quantidade um pouco maior de esqueleto do que na lâmina anterior. Destaca-se o horizonte “C”, se é que pode assim ser classificado, pois, partes significativas da lâmina encontram-se micro agregadas com baixa presença de minerais. A presença do plasma é marcante em toda a lâmina. O que é encontrado de significativo aqui é um maior grau de ferruginização tanto dos quartzos e dos micaxistos, sendo este último pouco presente. Este horizonte mais parece um horizonte Bw do que um típico horizonte C.

Diante do exposto, esse perfil não apresenta características de um Cambissolo, como foi classificado anteriormente por Diniz (2002) e sim como um Latossolo, pois o horizonte C, como foi observado nas lâminas, refere-se ainda ao horizonte B. (Figura 3 – Foto 2) Por isso, sugere-se dividir aqui o perfil em Bw1, Bw2, devido à diferença de coloração observada entre eles. Mesmo

considerando a relação silte/argila, que Diniz (2002), considerou decisivo ao classificar esse perfil como Cambissolo-latossólico, as evidências encontradas em lâminas e nos questionamentos do pseudo silte, como visto anteriormente, para fins deste trabalho, este perfil será classificado como Latossolo.

A quantidade de manchas amarelas nele encontradas não correspondem à minerais primários, mas possuem relação com o processo de infiltração de água. (Figura 3 – Foto 2) Segundo Portilho (2003), a retenção de água no perfil ocorre nos 30 a 70cm de profundidade, e por haver maior umidade, o ferro é hidratado, formando as “manchas amarelas”, facilmente identificadas na lâmina delgada.

Outro indicativo, que se refere a essa afirmação, é a homogeneidade encontrada nas lâminas relativas a ele, não se encontrando descontinuidade marcante nem grandes diferenciações.

As tradagens laterais à topossequência, que foram realizadas ao longo do interflúvio, em direção a voçoroca mostram um horizonte Bw de grande evolução. À borda da voçoroca, foi encontrado horizonte B de profundidade variável de 4 a 5 metros. Então, conclui-se que, tanto na porção de alta vertente do transecto analisado quanto ao longo do interflúvio, há profundo manto de intemperismo.

Na porção da média vertente, percebe-se uma situação totalmente diferente da porção anterior, principalmente, no que se refere ao horizonte Bi (Figura 3 - Foto 03). Este se mostra como um típico horizonte Bi, ou seja, com baixo grau de pedalidade e grande quantidade de minerais primários. As lâminas mostram que os minerais são os mesmos que se encontram no horizonte C, porém os fragmentos são menores, encontrando-se uniformemente distribuídos. Este horizonte, em relação ao grau de evolução pedológica, em nada tem a ver com o horizonte “Bi” anteriormente analisado no perfil 01. Já, o horizonte C possui características muito próximas ao material de origem, cujo plasma é quase inexistente ou inexistente. (Figura 3 – Foto 4) Há uma enorme presença de mica xisto e quartzo. Alguns quartzos apresentam fraturas preenchidas por mica xistos. É importante destacar que a diferença do perfil 01 para o perfil 02 refere-se ao grau de evolução pedológica e não ao de material de origem.

Quanto ao último perfil dessa vertente, o da baixa vertente, não são encontrados os horizontes A e B. Existe, superficialmente, um espesso horizonte detrítico, cobrindo o horizonte C (foto 05). As características observadas em lâmina referem-se à grande quantidade de minerais primários; a maioria, micaxistos, além do quartzo, que está muito presente. Encontrou-se ainda quartzo metamórfico, presente nos horizontes e perfis anteriores. A pedalidade é inexistente. Ao se observar essa lâmina, pode-se notar que esta assemelha-se a uma lâmina de rocha (Figura 3 – Foto 5).

A forma dos quartzos segue o modelo proposto por Folk (1968), tratando-se de quartzos metamórficos, relativos ao material de origem, já que as rochas encontradas na vertente sofreram alto grau de metamorfismo. Estes quartzos não poderiam ser provenientes, por exemplo, das escarpas quartizíticas, presentes na área de estudo, pois se tratam de rochas metassedimentares. Neste caso, a forma dos quartzos teria que ser mais arredondadas, ainda segundo Folk (1968). Destaca-se, também, o brilho dos quartzos, indicando que não houve de um transporte de longa distância, pois, se isto tivesse ocorrido, os quartzos não poderiam ser tão brilhantes, mas sim foscos.

Ainda sobre este último perfil, o horizonte C assemelha-se bastante ao horizonte C do perfil anterior, pois o material de origem é o mesmo. Ao longo de toda a vertente, não se encontram minerais que se diferenciasssem daqueles que foram descritos. Além disso, no geral, as lâminas são bastante homogêneas, apresentando características bastante semelhantes. Observou-se diferença somente com relação ao grau de evolução. Este fato leva-nos a interpretar uma pedogênese desenvolvida a partir do material *in situ*.

Os horizontes cascalhentos encontrados seriam resultantes das fragmentações dos inúmeros veios de quartzo que cortam toda a vertente nas mais variadas posições. Estes, ao se desintegrarem, são carreados por fluxos superficiais e movimentam-se vertente abaixo, recobrando-a. Posteriormente, esses fragmentos de quartzos podem ter sido recobertos por colúvios, como observou Thomas (1994), no Malawi. Neste caso o possível colúvio encontrado, na vertente aqui estudada é relativo aos locais onde aparece o horizonte A (posição de alta vertente), já que na média e na baixa vertente este colúvio, que recobria os horizontes detríticos, deve ter sido retirado pelo escoamento superficial, preservando-o somente no interflúvio.

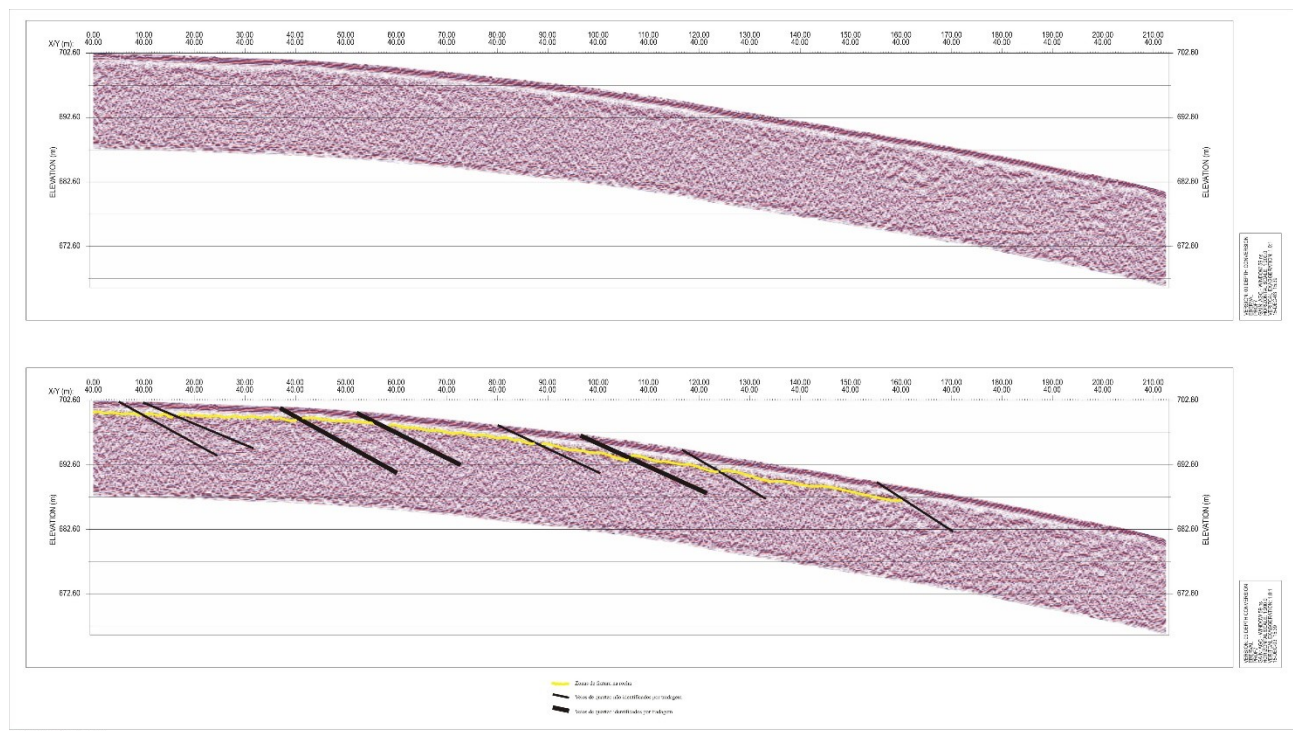
A maior declividade encontra-se na posição de baixa vertente. Portilho (2003) afirma que apesar de ser este o principal fator que favorece um maior escoamento superficial, este fato não acontece nesta vertente devido à grande quantidade de cascalheira presente, a qual reduz a velocidade da água e favorece mais infiltração. Assim, em uma situação pretérita, essa vertente poderia estar recoberta por materiais finos em superfície e devido ao encaixamento da drenagem e ao rebaixamento do canal fluvial, foi desencadeado um processo de retração da vertente.

Conseqüentemente, um rejuvenescimento seria verificado, ocorrendo a partir da sua base em direção ao topo, onde, atualmente, encontra-se ainda um espesso manto de intemperismo. Este, gradativamente, vai sendo carreado pelo maior escoamento superficial, como observado por PORTILHO (2003). Como, na baixa vertente, este material já foi retirado, o horizonte detrítico encontra-se exumado, favorecendo menor fluxo superficial e maior taxa de infiltração.

#### 4.5. Análise por Georadar (GPR)

A importância dessa técnica em estudos geomorfológicos diz respeito, principalmente no que se refere à identificação do manto de intemperismo. Na área de estudo a técnica permitiu a identificação dos veios de quartzos, estes cortam toda a vertente. Importante ressaltar que os traços pretos largos foram os veios mapeados também em campo por tradagens não havendo dúvida da existência destes veios. Já os traços pretos finos obedecem ao mesmo padrão dos veios anteriores, mas não foram identificados por tradagens.

Já as faixas amarelas indicam zonas de fratura, ou seja, local onde a rocha está fraturada e que logo após a fratura tem-se um veio de quartzo. Fica nítido, então, que a imensa quantidade de cascalheiras que recobrem a vertente nada mais são do que a desintegração dos inúmeros veios de quartzo mapeados pelo GPR (Figura 4).



**Figura 4 – Perfis de GPR.**

**Fonte – Rocha, 2004.**

Outra consideração a ser feita é que não foi possível encontrar nenhuma descontinuidade no material, ficando nítido através de observações ao longo de toda a vertente um material puramente *in situ*, pois caso contrário, essas descontinuidades seriam bem marcadas.

Apenas na posição de baixa vertente é possível identificar uma descontinuidade superficial que, neste caso, poderia então ser perfeitamente classificada como uma unidade coluvial formada a partir dos modelos clássicos de deposição coluvial, onde a posição de alta e média vertente fornecem

material que se acumula na base da vertente. Esta unidade coluvial estaria, então, recobrando um terraço aluvial do córrego do Quebra com aproximadamente 08 metros de espessura, como identificado por Ferreira (2002), sendo este um bom indicativo do encaixamento da drenagem e, conseqüentemente, do rejuvenescimento da vertente.

Essa técnica associada aos dados de micro morfologia, permite reconhecer fortes indícios de que o material de origem é autóctone e mais uma vez reforça a idéia do colúvio existente ser recente e pouco espesso, resultante da dinâmica da própria vertente, não havendo assim possibilidades de se encontrar aqui diversos processos deposicionais ao longo da vertente.

## 5. SÍNTESE DAS OBSERVAÇÕES

Durante todo o trabalho, buscou-se caracterizar pedologicamente a Bacia do Córrego do Quebra, partindo-se do princípio de que o material de origem dos solos estaria *in situ* e seguindo a metodologia proposta de Boulet et al., (1982). Entretanto, ao encontrar-se linhas de pedras dispostas como cascalheiras recobertas, às vezes, por material intemperizado, levantaram-se questionamentos sobre a possível pedogênese a partir de processos coluviais, embasados principalmente em trabalhos realizados por Valadão (1986), por Saadi e Valadão (1987), por Saadi (1995) e por Augustin (1994, 1995 e 1999), existentes na área.

As primeiras análises realizadas foram de textura dos solos, que revelaram uma seqüência granulométrica com grande quantidade de argila em alguns perfis amostrados, revelando um alto grau de intemperização, como proposto por Resende et al. (2002). No entanto, fato presente, que forneceu indicativo de formação *in situ* através da textura, foi o declínio das frações de argila e o aumento das frações areia. Essa ocorrência estava próxima à rocha matriz, ou seja, observava-se a existência de uma dinâmica natural de evolução pedológica; além disso, pode-se notar que as frações de areia aumentavam próximo ao material de origem e diminuía onde o manto de intemperismo era mais evoluído. Não havia, deste modo, uma mistura de material que pudesse caracterizar a presença de colúvio, mas esta evidência seria insuficiente para afirmar a origem do material.

A micro morfologia foi uma técnica de grande importância na identificação precisa das características dos perfis. À medida que essas análises se realizaram, não foi possível identificar evidências claras de formação coluvial. Considerou-se a retirada de lâminas de solo nas transições dos horizontes, pois estes seriam os principais marcadores de descontinuidades. Contudo, observou-se uma transição muito gradativa entre eles, não ocorrendo assim nenhum indicativo da existência de colúvio.

Outro fator bastante marcado nas lâminas refere-se aos esqueletos, nos quais encontraram-se não somente micaxistos e quartzos, mas também nenhum outro material que pudesse registrar uma outra área fonte.

Análises químicas, também, forneceram resultados importantes, principalmente, no que se refere à evolução do manto de intemperismo. Por meio dos resultados apresentados, estas análises mostraram o quanto o material é antigo, no qual as bases, praticamente, nulas e o alumínio escasso comprovam bastante a evolução do manto de intemperismo. Outrossim, os dados de Salgado (2002) e de Cruz (2003) foram fundamentais para tais confirmações. Estes autores identificaram perda de sílica atual, acima da perda de bases. Caso o material fosse colúvionar, ele já teria sido muito retrabalhado, e a pedogênese atual acarretaria perda ainda maior de nutrientes. Por isso, destacou-se a homogeneidade dos dados, fato não esperado, caso fossem de um colúvio.

Finalmente, a técnica do GPR auxiliou muito nas conclusões sobre a origem do pavimento detrítico. Fato determinante, para entender o material como sendo *in situ*, foi o mapeamento dos veios de quartzo ao longo de toda a vertente. Isso deixa bem claro que as cascalheiras não eram materiais transportados de uma outra área fonte, mas da própria vertente a partir das desintegrações dos veios de quartzo. Além disso, não se encontrou nenhuma descontinuidade de material, senão na posição de baixa vertente, onde há um colúvio recobrindo um alúvio. Desta forma, parece evidente que a pedogênese, na área estudada, partiu de material *in situ* e como as vertentes são assimétricas, encontram-se em estágios de evolução pedológica diferenciados.

É importante ressaltar nesse momento, o estudo de Thomas (1994) no Malawi, com resultados semelhantes ao processo aqui verificado. Este autor identificou um profundo manto de intemperismo na região intertropical com dezenas de metros de profundidade e um grande número de veios de quartzo que cortavam a vertente transversalmente. A desintegração deste forneceria um horizonte detrítico ao longo da vertente que, posteriormente, seria recoberto por uma unidade coluvial. Todavia, é importante ressaltar que o transporte dos fragmentos de quartzo ocorreria por causa da grande quantidade das frações de argila e de silte, presentes no solo, diminuindo o atrito dos materiais e facilitando o transporte através do *creep*.

Assim, de acordo com os dados apresentados propõe-se a seguinte evolução pedológica e geomorfológica para a Bacia do Quebra:

- a) Uma grande superfície de aplanamento atinge a região dentro do ciclo Paraguaçu, de acordo com King, proposta por Augustin (1995), ou superfície Sul Americana II, proposta por Valadão (1998), que acarretaria na formação de um espesso manto de intemperismo, conseqüentemente, formação de latossolos com alteração no nível de base, uma nova organização do sistema de drenagem e ativação dos processos erosivos, com dissecação da paisagem, resultaria na abertura da depressão de Gouveia, aflorando o embasamento

cristalino. Resistem, a esse processo erosivo, as escarpas quartzíticas, como proposto por Augustin (1995), Saadi (1995) e Valadão (1998). Entretanto, nesse processo, haveria o preenchimento das paleodepressões por material de origem coluvial. Conseqüentemente, ocorreria aqui uma pedogênese sobre material coluvial, formando latossolos espessos que podem ser observados nas bordas de voçorocas atuais, proposto por Valadão (1986).

- b) Nos locais de maior declividade e, principalmente, de maior convexidade, haveria, por causa do encaixamento da drenagem, uma retirada de material superficial, com a formação das cascalheiras a partir da desintegração dos veios de quartzo, recobrimdo toda a vertente. Esse material é deslocado por creep devido às altas taxas de material argiloso e siltoso, observadas pelas análises de textura, como as propostas por Thomas (1994) no Malawi.
- c) Essa retirada de material das vertentes provocaria um rejuvenescimento pedológico, com predomínio de cambissolos na porção de baixa vertente e latossolos na posição de média e alta vertente, como proposto por Diniz (2002) ao realizar levantamento pedológico na porção norte da bacia do Chiqueiro.
- d) Há, na Depressão de Gouveia, materiais de origem coluvial, preenchendo as paleodepressões, onde estes se encontram preservados. Ocorre também material *in situ*, onde os processos erosivos são mais intensos, principalmente, nos locais de maior convexidade.
- e) Na vertente analisada, o material *in situ*, a pedogênese passa por uma nova reorganização em busca de uma estabilidade das vertentes. As voçorocas constituem indicadores deste fato. Algumas dessas se apresentam bastante evoluídas e totalmente revegetadas.

A partir dessa breve evolução pedológica e geomorfológica, notou-se a complexidade dos processos que envolveram a Depressão de Gouveia. Outrossim, percebeu-se a necessidade de pesquisas mais profundas nesta área, com intuito de reconhecer a evolução geomorfológica. Conseqüentemente, isso influenciará no conhecimento do desenvolvimento pedológico e na dinâmica da região.

## 6. CONCLUSÕES

O cruzamento dos dados permitiu identificar que o solo inicialmente caracterizado e classificado por Diniz (2002) como um Cambissolo, isto é, solo com horizonte B incipiente, após a análise micromorfológica mostrou-se ser, na realidade, um Latossolo, com um horizonte Bw ou B latossólico influenciado pela circulação hídrica, como demonstram as “manchas amarelas” encontradas. Para se entender melhor a gênese dessas manchas, estudos posteriores serão necessários.

Outra observação que evidencia o horizonte Bi ser um Bw é que, ao ter-se aberto novamente a trincheira neste mesmo ponto, porém com maior profundidade (dois metros e um metro perfurado por trado), identificou-se um perfil com transição muito gradual entre os horizontes, sem nenhum contato abrupto, tendo o horizonte C na base já com características próximas das rochas.

Desta forma, esclareceu-se que, neste caso, não se trata de uma pedogênese a partir de um material coluvionar, pois de acordo com as características acima descritas, este fato não seria possível. Além disso, pode-se afirmar que a micromorfologia contribuiu para detectar nas lâminas do horizonte B, algumas pequenas relíquias de micas, originadas da rocha que se encontra na base do perfil.

A forma dos quartzos segue o modelo proposto por Folk (1968), tratando-se de quartzos metamórficos. Como visto anteriormente e que foram encontrados em todas as lâminas, sendo uma grande evidência de serem materiais *in situ*.

Outro fato que auxiliou a entender a origem do material encontrado no topo da vertente curta foi o levantamento da vertente por GPR, onde os veios de quartzos são identificados, partindo da profundidade de 20 metros até a superfície e cortando, indistintamente, as fraturas encontradas na rocha. Diante de todos os dados acima apresentados, conclui-se que, provavelmente, a origem do material é *in situ*, e não coluvionar.

Na média e baixa vertente dessa topossequência, onde foram encontrados com facilidade o horizonte Cr, pode-se afirmar que a origem do material é totalmente *in situ*. Além disso, as lâminas analisadas dessas porções da vertente confirmam as características típicas de um Bi, com formação do plasma originado do intemperismo da rocha.

Assim, encontram-se, comumente, nesta vertente, perfis de solo com horizontes cascalhentos no topo e, abaixo, horizonte B que, de acordo com a forma da vertente, pode ser mais ou menos espesso. Os cascalhos não constituem as denominadas “linhas de pedra”, e seriam somente desintegrações dos veios de quartzo, envolvidos por massas argilosas e siltosas. Estes cascalhos, os quais recobririam a vertente, estão sendo transportados por rastejamento, como proposto por Thomas (1994).

A sequência pedológica desta vertente é constituída, então, por Latossolo no topo, Cambissolo na média vertente e Neossolo na baixa. Diante desta sequência, pode-se propor que os Latossolos se encontram preservados nos topos ou, talvez, recobrimo maior parte da vertente. Com o encaixamento da drenagem verificado na área pela presença de terraços aluviais que, em alguns pontos atingem 8 metros de altura, instalaria uma erosão regressiva que promoveria a retirada dos Latossolos, preservados somente nos topos. Na situação de média e de baixa vertente, encontrar-se-ia tanto uma maior espessura das cascalheiras como uma maior proximidade da rocha próxima à superfície (rejuvenescimento dos solos).

Assim, pode-se concluir que o rebaixamento da drenagem está também afetando esta vertente através da erosão regressiva, visto que se encontra, na posição de baixa vertente, um Cambissolo raso e Neossolos. Os Latossolos encontrados demonstram que o processo de erosão regressiva encontrados nas porções mais elevadas da vertente. Mas, pode-se supor que, com o passar

do tempo, estes solos sejam removidos e aflorem os fragmentos de quartzos, que recobrirão toda a vertente, resultando em solos mais rasos, e que o Latossolo fique mais preservado na posição dos interflúvios.

Assim, identifica-se um sistema de solos como proposto por BOULET et al (1982), onde os Latossolos seriam sucedidos por Cambissolos e estes por Neossolos. A presença dos veios de quartzo foram fundamentais na circulação hídrica da vertente, afetando também a diferenciação do processo. A retirada de sedimentos na vertente possibilita um processo de coluvionamento raso e superficial, apenas na porção de baixa vertente ou nos anfiteatros que nela ocorreu.

A partir dessa caracterização, torna-se evidente que não há como entender e caracterizar os solos de uma determinada região, sem que antes não haja um estudo aprofundado da geomorfologia, importante para estudos com esses fins. A junção de estudos, envolvendo a pedologia e a geomorfologia, podem ajudar a compreensão das mudanças, ocorrida no quaternário, sendo de fundamental importância para entender a dinâmica atual. A partir daí, podem-se traçar medidas que causem menores impactos e agressões ao meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

AUGUSTIN, C. H. R. R. Aspectos geomorfológicos da região de Gouveia, Espinhaço Meridional, MG. In: SIMPOSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 8., 1995, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1995. p. 3-4.

AUGUSTIN, C. H. R. R. The relationship between gully erosion and land use in Gouveia, Minas Gerais. In: REGIONAL CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY, 3., 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: 1999. p. 88.

AUGUSTIN, C.H.R.R. **Geoökologische Studien im Südlichen Espinhaço Gebirge bei Gouveia, Minas Gerais, Brasilien, Unter Besonderer Berücksichtigung der Landschaftsentwicklung.** 1995. 324 f. Tese de Doutorado - Johannes Wolfgang Goethe Universität, Frankfurt, 1995.

BOULET, R.; CHAUVEL, A.; HUMBEL, F. X.; LUCAS, Y. Analyse structurale et cartographie en pédologie. I – Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique: les études de toposéquences et leurs principaux apports à la connaissance des sols. **Cah. ORSTOM., Ser. Pédol.** Paris, v. 19, n. 4, p. 309-321, 1982.

CAILLEUX, A. & TRICART, J. Zonas Fitogeográficas e morfoclimáticas do Quaternário no Brasil. **Not. Geomorf**, Campinas, v. 2, n. 4, p. 12 – 15, 1959.

CRUZ, L. O. M. **Comportamento Desnudacional e Evolução de Curto-temo em Voçorocas na Microbacia do Córrego do Quebra em Gouveia – Espinhaço Meridional, MG.** 2003. 62 f. Monografia (Trabalho de Conclusão em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

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.** 2002. 132 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análises de solo.** 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisas do Solos, 1999. 212p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 1 ed. Brasília: Serviço de Produção de Informação, 1999. 395p.

FERREIRA, A. A. O. **Mapeamento das Formações Superficiais da Bacia do Córrego do Rio Grande – Depressão de Gouveia (Serra do Espinhaço Meridional – MG).** 2002. 152 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

FOLK, R. L. **Petrology of sedimentary rocks.** The University of Texas, 1968. 170p.

IBÁÑEZ, J. J.; FEOLI, E. Global Relationships of Pedodiversity and Biodiversity. **Vadose Zone Journal**, v. 12, n. 3, p. 47-62, 2013.

LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo.** 4. ed. Viçosa: SBCS, 1998, 83p.

MONIZ, A C. **Elementos de Pedologia.** 1. ed. São Paulo: Polígono, 1972. 459p.

MUNSELL, C. C. **Munsell Color Soil Charts.** 1. ed. New Windsor: Baltimore: 1954. 29p.

PORTILHO, A. A. O. **Perda de Solo por Escoamento Superficial e os Padrões de Infiltração e Percolação da Água no Solo, Microbacia do Córrego do Quebra, Gouveia, Espinhaço Meridional, MG.** 2003. 116 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 2003.

RESENDE, M. **Pedologia.** Viçosa: UFV, 1982, 100p.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORREA, G. F.; KER, J. C. **Base para distinção de ambientes.** 4. ed. Viçosa: NEPUT, 2002. 378p.

RESENDE, M.; REZENDE, S. B. Levantamento de solos: uma estratificação de ambientes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 105, p. 3 – 25, 1983.

ROCHA, L. C. **Caracterização Pedológica em duas Vertentes na Bacia do Córrego do Quebra/MG.** 2004. 110 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

ROCHA, L. C.; CARVALHO, V. L. M. Gênese e evolução dos solos na bacia do Córrego do Quebra, Espinhaço Meridional, Gouveia/ MG. SIMPOSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 10., 2002, Rio de Janeiro. **ANAIS...** Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2002. p. 12-14.

ROCHA, L. C.; CARVALHO, V. L. M. Sistema de Transformação Pedológica em uma Vertente na Bacia do Córrego do Quebra Município de Gouveia – MG. CONGRESSO BRASILEIRO DE

CIENCIA DO SOLO, 29., Ribeirão Preto. **ANAIS...** Ribeirão Preto: Universidade Estadual Paulista, 2003. p. 455-461.

SAADI, A. A Geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e de suas margens. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 3, n 1, p. 41–63, 1995.

SAADI, A.; VALADÃO, R.C. Evolução geomorfológica quaternária da região de Gouveia, Serra do Espinhaço. SIMPOSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 4., Belo Horizonte. **ANAIS...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, Nucleo Minas Gerais, 1987, p. 434-448.

SAADI, A; VALADÃO, R. C. O Cenozóico da porção mediana central do Espinhaço Meridional, primeira síntese. CONGRESSO DA ADEQUA, 1., Porto Alegre. **ANAIS...** Porto Alegre: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 1987. p. 393-407.

SALGADO, A. A. R. **Desnudação Geoquímica e Evolução do Relevo no Espinhaço Meridional / MG**. 2002. 189 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

STRAHLER, A. N. Dynamic basis Geomorfology. **Geol. Soc. America Bulletin**, v. 63, p. 923–938, 1952.

SUERTEGARAY, D. M. A. **Terra: feições ilustradas**. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 263p.

THOMAS, M. F. **Geomorphology in the tropics: study of weathering and denudation in low latitudes**. 1. ed. Wiley, 1994. 460p.

VALADAO, R. C. **Estudo Sedimentológico das Formações Superficiais do Sistema Alveolar do Córrego dos Pereiras: Bacia do Ribeirão do Chiqueiro – Espinhaço Meridional (MG)**. 1986. 78 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1986.

VALADAO, R. C. **Evolução de Longo Termo do Relevo do Brasil Oriental (Desnudação, superfícies de aplanamentos e soerguimentos crustais)**. 1998. 243 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1998.

WISCHMEIER, W. H.; MANNERING, J. V. Relation between landform parameters and soil properties. **Soil Science Society of America Proceedings**, v.32, n. 1, p.131 – 137, 1969.

Trabalho enviado em 18/11/2019

Trabalho aceito em 18/12/2019