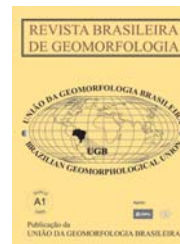




www.ugb.org.br
ISSN 2236-5664

Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 13, n° 2 (2012)



MORFOGÊNESE, PEDOGÊNESE E ETCHPLANAÇÃO: ANÁLISE INTEGRADA DOS ASPECTOS GEOQUÍMICOS, MINERALÓGICOS E MICROMORFOLÓGICOS DOS SOLOS DE UMA TOPOSEQUÊNCIA NA DEPRESSÃO DE GOUVEIA - SERRA DO ESPINHAÇO - MINAS GERAIS

MORPHOGENESIS, PEDOGENESIS AND ETCHPLANATION: INTEGRATED ANALYSIS OF ASPECTS GEOCHEMICALS, MINERALOGICALS AND MICROMORPHOLOGICALS OF THE SOILS OF A TOPOSEQUENCE IN GOUVEIA DEPRESSION – SERRA DO ESPINHAÇO – MINAS GERAIS - BRAZIL

Frederico Fernandes de Ávila

IGC/UFMG - Av. Antônio Carlos, 6627 - CEP 31270-901 - Belo Horizonte/MG - e-mail: fernandesavila@hotmail.com

Vilma Lúcia Macagnan Carvalho

IGC/UFMG - Av. Antônio Carlos, 6627 - CEP 31270-901 - Belo Horizonte/MG - e-mail: vlmc@geo.igc.ufmg.br

Informações sobre o Artigo

Data de Recebimento:
15/02/2012

Data de Aprovação:
23/07/2012

Palavras-chave:

Evolução Pedogeomorfológica,
Etchplanação, Topossequência.

Keywords:

Pedogeomorphological Evolution,
Etchplanation, Toposequence.

Resumo

O estudo em topossequência da morfologia do solo fornece importantes subsídios ao conhecimento da evolução do relevo e auxilia a compreensão do comportamento e funcionamento dos solos. Neste sentido, o objetivo da pesquisa é analisar a organização da cobertura pedológica em uma vertente do córrego dos Pereiras e verificar qual o papel e a importância dos processos geoquímicos e pedogenéticos nesse processo e, conseqüentemente, contribuir para o entendimento da evolução geomorfológica da Depressão de Gouveia. Esta análise é essencialmente empírica e foi desenvolvida em três etapas: gabinete; trabalho de campo; e laboratório. A etapa de gabinete compreendeu-se em um levantamento teórico, cartográfico e fotointerpretação, visando a escolha da vertente a ser estudada. Os trabalhos de campo seguiram a metodologia de Boulet (1988), baseada no levantamento de topossequência com a abertura de perfis, tradagens e coleta de amostras deformadas e indeformadas. As atividades de laboratório compreenderam-se na realização das análises de granulometria, ataque sulfúrico, pH, mineralogia e micromorfologia. Os resultados obtidos demonstram filiação genética do manto de intemperismo ao substrato rochoso *in situ* e o processo de evolução pedogeomorfológica da topossequência pode ser entendido a partir do modelo oferecido pela teoria da Etchplanação. Características encontradas na topossequência levam a crer que a estrutura pedológica desta área da depressão pode ainda estar se ajustando ao encaixamento da rede de drenagem ocorrido recentemente no tempo geológico.

Abstract

The study in topossequence of the morphology of the soil provides important insights on knowledge of relief evolution and helps to understand soil profiles. The goal of this research is contribute with the understanding of the geomorphological evolution of the Gouveia Depression starting from the analyze of the organization of the slope pedological cover in Pereira stream, focusing on pedogenic and geochemical aspects. This analysis is essentially empirical and was developed in three stages: office, field work, and laboratory. In the first stage the slope to be studied was selected by photointerpretation, based on theoretical revision and mapping studies. The field work followed the methodology of Boulet (1988), based on survey toposequence with the opening profiles, auger and collecting disturbed and undisturbed samples. In lab were made analyzes of granulometry, sulfuric acidattack, pH, mineralogy and micromorphology. The results demonstrate the existence of genetic affiliation of the weathered mantle with bedrock in situ and that process of pedogeomorphological evolution of the toposequence can be understood through the model offered by the Etchplanation theory. Features encountered in toposequence suggest that the pedological structure of this area of the depression may still be adjusting to the dissection of the drainage that occurred recently in the geological time.

Introdução

As relações entre pedogênese e morfogênese tradicionalmente eram vistas tendo o solo em um papel secundário, sendo apenas a parte superficial de um sistema complexo, controlado em sua maior parte pela litologia, geomorfologia e hidrologia. O solo representava um registro de ganhos e perdas para as superfícies geomórficas, servindo para interpretar as diversas formas de relevo.

Esses princípios embasaram várias interpretações da evolução das paisagens brasileiras, em que o solo era um indicador de processos e mecanismos de evolução (QUEIROZ NETO, 2000). Para as regiões tropicais, utilizou-se muito a relação de estabilidade e instabilidade entre solos e relevo, baseando-se nos princípios da resistasia e biostasia.

Posteriormente, com a evolução da Pedologia e da Geomorfologia, e com um maior intercâmbio entre as duas, o solo deixou de ter um caráter secundário nos processos de formação e evolução das superfícies geomórficas. De acordo com Tricart (1968), a pedogênese pode ser considerada um fator intrínseco à morfogênese, pois ela modifica as características superficiais da litosfera e influencia os mecanismos fundamentais da evolução do relevo.

Corroborando com tais afirmações, dentre as grandes teorias acerca da evolução do relevo, existe a teoria da Etchplanação (BÜDEL, 1982). Através dela é possível perceber o papel e a importância dos processos geoquímicos e pedológicos na evolução do relevo, onde ficam claras as relações intrínsecas entre morfogênese e pedogênese.

Para o modelo de Etchplanação, nas regiões tropicais, o intemperismo químico age de forma intensa e constante durante todo o ano, permitindo o desenvolvimento de um espesso manto de intemperismo (THOMAS, 1994). Nessa superfície ocorre o apodrecimento das rochas sãs e a perda

de massa litosférica em decorrência da saída de elementos do sistema intemperizado em solução na água subterrânea. No entanto, a principal contribuição dos processos pedogenéticos aos aplainamentos reside na preparação de material para a ação dos processos mecânicos que ocorrem na superfície, ou seja, os processos pedogenéticos preparam material para a ação dos processos morfogenéticos.

Deste modo, o conhecimento dos processos de gênese e organização da cobertura pedológica, sobretudo em escala de vertente fornece instrumentos para avaliar as condições pelas quais se dá a evolução do relevo. Por sua vez, a análise de topossequência permite observar a estruturação dos horizontes pedológicos e suas ligações diretas com as heranças geomorfológicas e geológicas impressas na paisagem.

Assim sendo, propõem-se como objetivo de pesquisa analisar a cobertura superficial de uma topossequência e entender como se dá a evolução pedogeomorfológica de uma vertente na bacia do córrego dos Pereiras e, conseqüentemente, contribuir para um melhor entendimento da evolução pedogeomorfológica da Depressão de Gouveia.

Estudos macromorfológicos e micromorfológicos somados às análises físicas, químicas e mineralógicas foram imprescindíveis nestes entendimentos, cujos métodos, resultados e discussões são apresentados no decorrer deste artigo.

Essas questões orientam as análises e observações expressas neste trabalho, o qual é parte das discussões teóricas, práticas de campo e análises laboratoriais de uma pesquisa maior realizada junto ao programa de pós-graduação em Geografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (IGC/UFMG), na área de concentração “Análise Ambiental” e na linha de pesquisa “Relevo e Solo” (ÁVILA, 2009).

Área de estudo

Encravada na porção meridional da Serra do Espinhaço, a Depressão de Gouveia se encontra na porção centro-norte do Estado de Minas Gerais (Figura 1). Politicamente ela está

dentre os limites municipais da cidade de Gouveia/MG e ocupa uma área de 874,9 km², fazendo parte da Micro-região mineradora de Diamantina e da Macro-região do Alto Jequitinhonha e encontra-se em torno de 250km de Belo Horizonte.

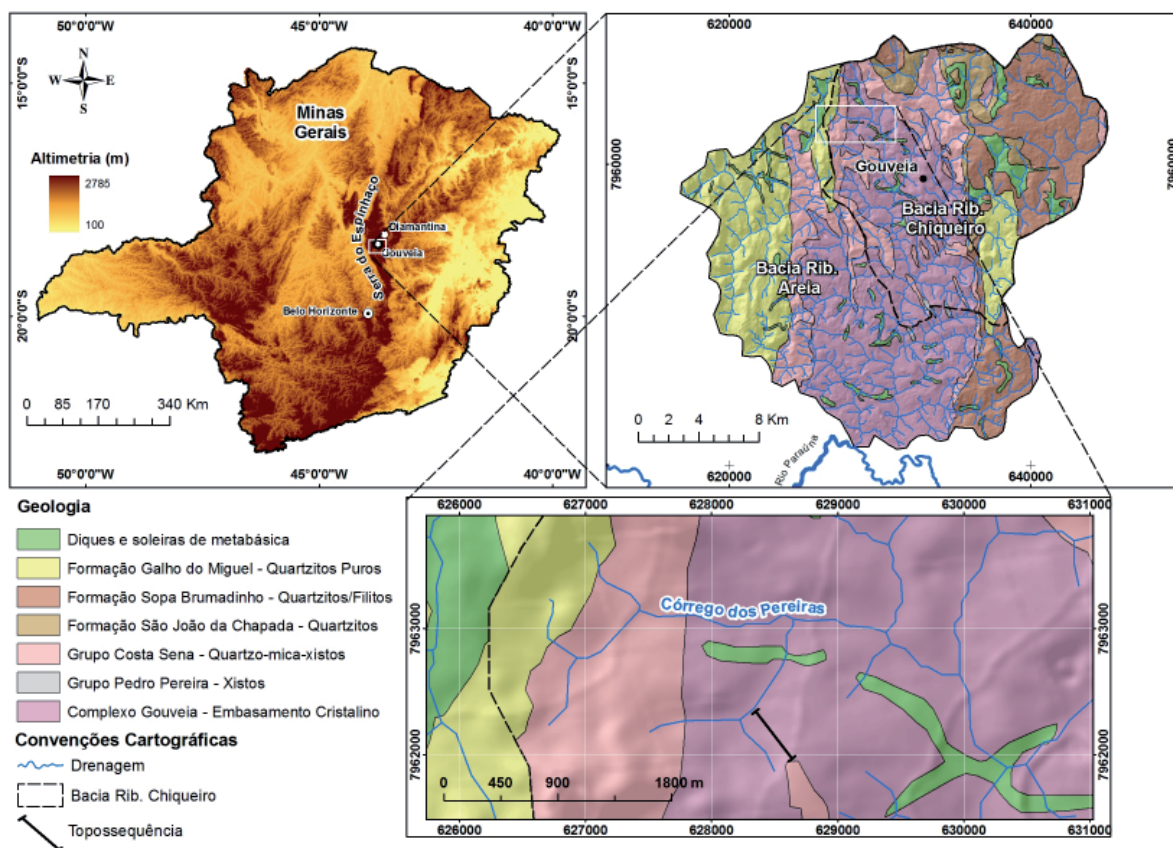


Figura 1 - Localização da Serra do Espinhaço, Depressão de Gouveia e da toposequência estudada.

Neves, Abreu e Fraga (2005), ao analisar dados históricos da estação meteorológica da cidade de Gouveia/MG, afirmam que o clima na Depressão de Gouveia é mesotérmico, Cwb na classificação de Koppen. Caracteriza-se por verões brandos e úmidos (outubro a abril), invernos mais frescos e secos (junho a agosto). A precipitação média anual varia de 1.250 a 1.550mm e a temperatura média anual está entre 18 e 19°C. A topografia regional favorece a precipitação, pois o ar sofre ascensão orográfica, o que aumenta a turbulência e, conseqüentemente, condensa a umidade, causando fortes chuvas. A insolação anual também é elevada, com uma média de 2.203 horas/ano que condiciona uma considerável evapotranspiração potencial, com valores médios anuais de 776mm.

A Depressão de Gouveia é banhada pelas bacias dos ribeirões Areia e Chiçueiro que se confluem e deságuam no Rio Paraúna, nível de base regional, cujas nascentes encontram-se

nas superfícies de cimeira onde estão as escarpas quartzíticas que circundam a depressão em todas as direções.

Geologicamente o piso da Depressão de Gouveia é sustentado por rochas do embasamento cristalino, denominado localmente de Complexo Gouveia. Há também xistos verdes do Grupo Pedro Pereira fortemente dobrados e tectonicamente encaixados no embasamento, além de afloramento de diques e soleiras de metabásicas (intrusões) do Proterozóico Superior orientados no sentido NNW/SSE, eixo preferencial do sistema regional de falhas e fraturas (SAADI e VALADÃO, 1987). A borda da depressão é marcada por superfície de cimeira e compõem-se por rochas quartzíticas das formações Galho do Miguel, Sopa Brumadinho e São João da Chapada, correspondentes ao Grupo Guinda do Supergrupo Espinhaço. Ainda existe o Grupo Costa Sena do Supergrupo Rio Paraúna, constituído de quartzito-mica-xistos e de quartzito com lentes de metaconglomerados (rever Figura 1).

A bacia do córrego dos Pereiras, local onde se encontra a vertente estudada neste trabalho, é um afluente do córrego Grande que deságua no ribeirão Chiqueiro. Com uma extensão acerca de 6.000m, o Córrego dos Pereiras abrange quatro diferentes grupos litológicos. As nascentes encontram-se sobre quartzitos do Proterozóico Médio, correspondente as Formações do Galho do Miguel, mais especificamente na Serra do Engenho. O terço superior encontra-se sobre litologias do Proterozóico Inferior, o Grupo Costa Sena, composto por rochas máficas e félsicas, além de quartzo, mica-xistos e quartzo xistos. Do médio curso ao terço inferior há a predominância de rochas graníticas do Complexo Gouveia (Arqueano), havendo também afloramento de rocha metabásica correspondente a diques e soleiras do Proterozóico Superior (SAADI e VALADÃO, 1987).

A geomorfologia da bacia do Córrego dos Pereiras também reflete essa variação litológica, podendo ser identificados, geralmente, dois compartimentos de relevo aonde a cobertura pedológica também irá se diferenciar. Um compartimento mais a montante, na região das nascentes, com relevo mais movimentado e escarpado, predominando solos do tipo Neossolo Litólico; e outro compartimento de relevo referente ao médio e baixo curso da bacia e corresponde ao piso da Depressão de Gouveia, havendo a predominância de formas mais suaves cujas vertentes são convexo-retilíneas e com presença de Cambissolos Háplicos e Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos. Esta última porção da bacia é onde se encontra a vertente analisada nesta pesquisa, no qual se aplicou o método de topossequência.

Materiais e Métodos

Esta pesquisa foi desenvolvida em quatro etapas. A primeira compreendeu por atividades de gabinete, a segunda por trabalhos de campo em área selecionada na primeira etapa, a terceira consistiu em atividades de laboratório e a quarta por elaboração e síntese dos dados adquiridos nas etapas anteriores.

Etapa de Gabinete

A etapa de gabinete compreendeu-se em um levantamento teórico e cartográfico relacionado às características geológicas, geomorfológicas, pedológicas, hidrográficas, climáticas, vegetacionais, uso do solo da região e local de estudo de interesse desta pesquisa. Posteriormente, realizou-se fotointerpretação através de fotografias aéreas pancromáticas do voo Cruzeiro do Sul 1979 (Companhia de Recursos Minerais) na escala 1:25.000, com o objetivo de fazer um reconhecimento preliminar da Bacia do Córrego dos Pereiras e definir a vertente de estudo.

Etapa de Campo

Seguindo a metodologia de Boulet (1988), realizou-se um transecto na vertente escolhida com a ajuda de equipamentos básicos, tais como: clinômetro, trena, baliza e bússola. Da base para o topo da vertente foram estabelecidos espaçamentos de 30 em 30 metros através de trena, no sentido 180° S/SE (direção da inclinação da vertente) e medindo as declividades nesses intervalos. Em seguida, os dados levantados em campo foram aplicados nos *softwares AutoCad e Corel Draw*, construindo assim o perfil topográfico da vertente.

Da alta para baixa vertente foram abertas quatro trincheiras, sendo denominadas de P1, P2, P3 e P4. As trincheiras foram abertas com 2 metros de profundidade, cujos horizontes identificados e suas características morfológicas foram descritas conforme a proposta de Santos *et al.* (2005).

Em cada horizonte de solo identificado foram coletadas amostras deformadas e indeformadas, totalizando 19 da primeira e 21 da segunda. A coleta das amostras indeformadas seguiu o método de Castro (2002) e Santos *et al.* (2005), sendo coletadas diretamente das paredes dos perfis de solo através da esculturação de monólitos, preservando a estrutura *in natura* do material. O número de amostras indeformadas foi maior por ter coletado também em duas transições de horizontes de solo.

Para complementar as informações obtidas das descrições dos perfis de solo, foram realizadas nove tradagens com distâncias de 30 metros umas das outras e com 1 metro de profundidade. Seis tradagens foram feitas entre os perfis P4 e P3 e três entre o P3 e P2.

Etapa de Laboratório

A etapa de laboratório correspondeu à realização de quatro tipos de análises: granulométrica, geoquímica, mineralógica e micromorfológica. Para a separação granulométrica das frações areia grossa, areia fina, silte e argila (<2mm) foi utilizado o método da pipeta da EMBRAPA (1997). Para a verificação geoquímica, foram realizadas as análises laboratoriais de ataque sulfúrico e pH.

A análise mineralógica foi realizada através da técnica de difratometria de raios-X pelo método do pó, empregando-se um difratômetro de raios-X de fabricação Philips, modelo X³Pert PRO MRD HR *X-Ray Diffraction System*. A identificação das fases cristalinas foi obtida pelo método Rietveld, baseando-se na simulação de um espectro digital de difração de raio-X, a partir dos dados cristaloquímicos da totalidade das fases cristalinas contidas nas amostras. Importante ressaltar que a análise mineralógica foi executada somente na fração total dos solos.

As amostras indeformadas foram submetidas a impregnação por resina de poliéster pré-acelerada não expansível para que o material friável ficasse suficientemente endurecido. Para isto utilizou-se a receita de resina indicada por Castro (2002), em que meio litro é composto por 370ml de resina cristal, 130ml de estireno e 19 gotas de catalisador. Após estes procedimentos, as amostras foram endurecidas, cortadas, polidas e assim confeccionadas lâminas delgadas para posterior visualização e interpretação no microscópio ótico polarizante do tipo petrográfico.

Elaboração, Interpretação e Síntese dos Dados

Esta etapa consistiu em analisar e interpretar de forma integrada os dados adquiridos em campo e laboratório, procurando sempre verificar as relações desses com os processos morfogenéticos e pedogenéticos. No que se refere aos dados de laboratório, também se procurou fazer uma correlação entre eles, gerando relações moleculares como Ki, Kr e ΔpH e relações granulométricas como silte/argila. Essas relações permitiram uma quantificação do grau de intemperização dos solos.

Resultados e Discussões

Análise Bidimensional da Cobertura Pedológica

A vertente estudada possui 805,54 metros de comprimento e um desnível de 80 metros entre o interflúvio e a base. Há variação no padrão de declividade: a porção correspondente ao topo possui declividades mais baixas, variando de 2 a 4°; já da meia vertente para o sopé a inclinação aumenta, sendo que a porção média possui declividade de 5° e a baixa apresenta variações entre 8 a 10°. Devido ao grande comprimento da encosta, essas variações se dão de forma bem suave e com isso não ocorrem rupturas de declive marcantes na superfície.

Os quatro perfis de solo analisados neste eixo apresentaram algumas características gerais semelhantes, exceto pela cor, classificando-se em Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) os perfis situados na alta (P1) e na média-alta-vertente (P2), Latossolo Vermelho (LV) o da média-vertente (P3) e de Latossolo Amarelo (LA) o da baixa-vertente (P4).

Ao analisar a topossequência, verificou-se uma distribuição uniforme na organização dos horizontes do solo, demonstrando um equilíbrio na estrutura pedológica da vertente que se organiza de forma concordante em relação à superfície. Apenas no topo foi que se encontrou a presença do horizonte BC e um Bw sem subdivisões, demonstrando um solo mais rejuvenescido que na média e baixa vertente (Figura 2).

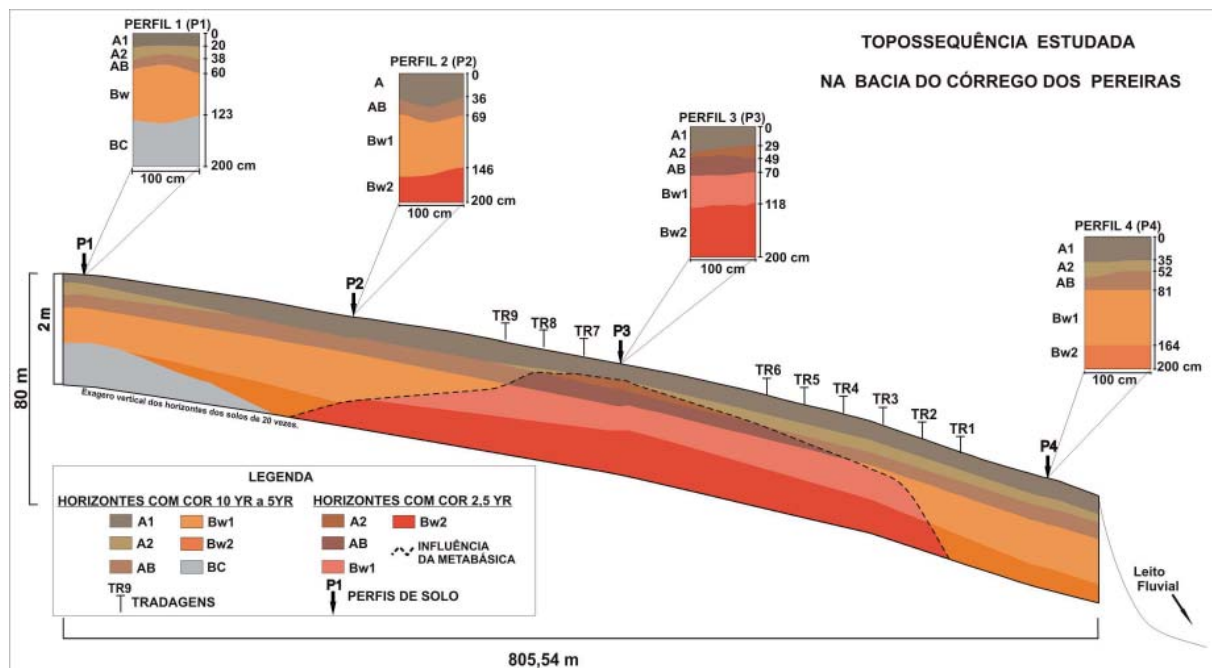


Figura 2 - Topossequência estudada na bacia do córrego dos Pereiras e a respectiva caracterização morfológica dos perfis de solo estudados.

O aprofundamento do manto de intemperismo e a subdivisão do horizonte Bw indicam uma maior evolução do solo em direção à base da vertente, cuja medida em que se desloca para a jusante é marcante a presença de um horizonte A mais espesso.

Caracterização Geoquímica e Granulométrica

Os resultados dos métodos laboratoriais utilizados nesta pesquisa são demonstrados na Tabela 1. Esses dados apontam que os processos ocorrentes nessa vertente são mais ativos

em subsuperfície. Todas as relações moleculares de Ki, Kr e ΔpH e a relação granulométrica de silte/argila apontam que os solos situados na topossequência caracterizam-se como bastante desenvolvidos, cujos horizontes subjacentes tendem a serem mais intemperizados. Importante ressaltar que, como demonstrado nos gráficos da Figura 3, os valores destas relações variam verticalmente de forma gradual e transicional, evidenciando uma regularidade à medida que se aprofunda nos perfis, não apresentando discrepância marcante de valores que possa indicar alguma interrupção no processo de formação desses solos.

Tabela 1 - Dados físicos, químicos e mineralógicos dos horizontes dos solos da topossequência estudada.

HORIZONTES		Granulometria (g/kg)			Silte/ Argila	Ataque Sulfúrico %			Ki	Kr	pH		ΔpH	Mineralogia %	
Símbolo	Prof. (cm)	Areia Total	Silte	Argila		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃			Kcl	H ₂ O		Quartzo*	Gibbsita*
Perfil P1 - Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA)															
A1	0 - 20	596	173	231	0,7	11,8	20,3	3,2	1,0	0,9	4,1	3,9	0,1	69,2	11,3
A2	20 - 38	553	177	270	0,7	13,4	21,1	2,9	1,1	1,0	4,2	4,0	0,2	68,8	12,0
AB	38 - 60	477	200	323	0,6	14,7	30,3	3,8	0,8	0,8	4,3	4,2	0,1	60,8	15,4
Bw	60 - 123	435	190	375	0,5	14,7	38,4	4,6	0,7	0,6	5,0	4,6	0,4	58,0	18,4
BC	123 - 200	417	202	381	0,5	16,2	38,3	4,4	0,7	0,7	4,7	4,8	0,0	47,6	15,9
Perfil P2 - Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA)															
A	0 - 36	466	141	392	0,4	15,4	35,0	5,3	0,8	0,7	4,2	4,1	0,1	49,6	28,6
AB	36 - 69	413	147	440	0,3	16,3	35,7	5,4	0,8	0,7	4,6	4,4	0,2	47,8	30,6
Bw1	69 - 146	390	170	440	0,4	16,0	41,1	5,8	0,7	0,6	5,0	4,4	0,6	43,5	29,5
Bw2	146 - 200	350	128	522	0,2	16,8	46,8	8,9	0,6	0,5	5,6	4,8	0,9	41,1	33,5
Perfil P3 - Latossolo Vermelho (LV)															
A1	0 - 29	440	205	355	0,6	13,5	36,1	11,0	0,6	0,5	4,4	4,1	0,2	51,4	24,4
A2	29 - 49	411	169	420	0,4	14,7	38,8	11,5	0,6	0,5	4,5	4,1	0,4	56,4	22,0
AB	49 - 70	379	188	433	0,4	15,1	42,6	12,5	0,6	0,5	5,2	4,6	0,6	44,8	25,5
Bw1	70 - 118	362	204	434	0,5	12,6	44,3	13,3	0,5	0,4	5,9	4,8	1,1	45,0	32,1
Bw2	118 - 200	328	147	525	0,3	16,6	47,7	13,4	0,6	0,5	6,0	4,9	1,1	32,8	36,6
Perfil P4 - Latossolo Amarelo (LA)															
A1	0 - 35	40,6	23,6	35,8	0,7	14,1	33,1	10,5	0,7	0,6	4,1	4,2	-0,1	42,2	23,0
A2	35 - 52	42,2	21,7	36,1	0,6	14,4	35,7	11,6	0,7	0,6	4,2	4,2	0,0	50,3	15,6
AB	52 - 81	39,3	20	40,7	0,5	16,3	36,7	10,5	0,8	0,6	4,2	4,2	0,1	48,8	18,6
Bw1	81 - 164	37	19,7	43,3	0,5	16,7	37,4	11,7	0,8	0,6	4,8	4,5	0,3	39,9	20,6
Bw2	164 - 200	36,4	18	45,6	0,4	16,8	37,4	11,3	0,8	0,6	5,0	4,5	0,5	48,8	18,3

* Minerais predominantes nas amostras de solos analisadas.

A relação silte/argila é utilizada como base para avaliar o estágio de intemperismo de solos de regiões tropicais. Os solos de textura média que na maior parte do horizonte B possuem o valor da relação silte/argila inferior a 0,7 e nos solos de textura argilosa ou muito argilosa que têm esse valor inferior a 0,6, indicam tratar-se de solos com alto grau de in-

temperismo (EMBRAPA, 2006). No perfil P1 a relação silte/argila ficou em 0,5, enquanto que no P4, também originado de xisto, essa relação variou de 0,45 no horizonte Bw1 para 0,39 no Bw2. Nos horizontes Bw2 do perfil P2 e P3 foram os que obtiveram os menores valores dessa relação, 0,24 e 0,28, respectivamente.

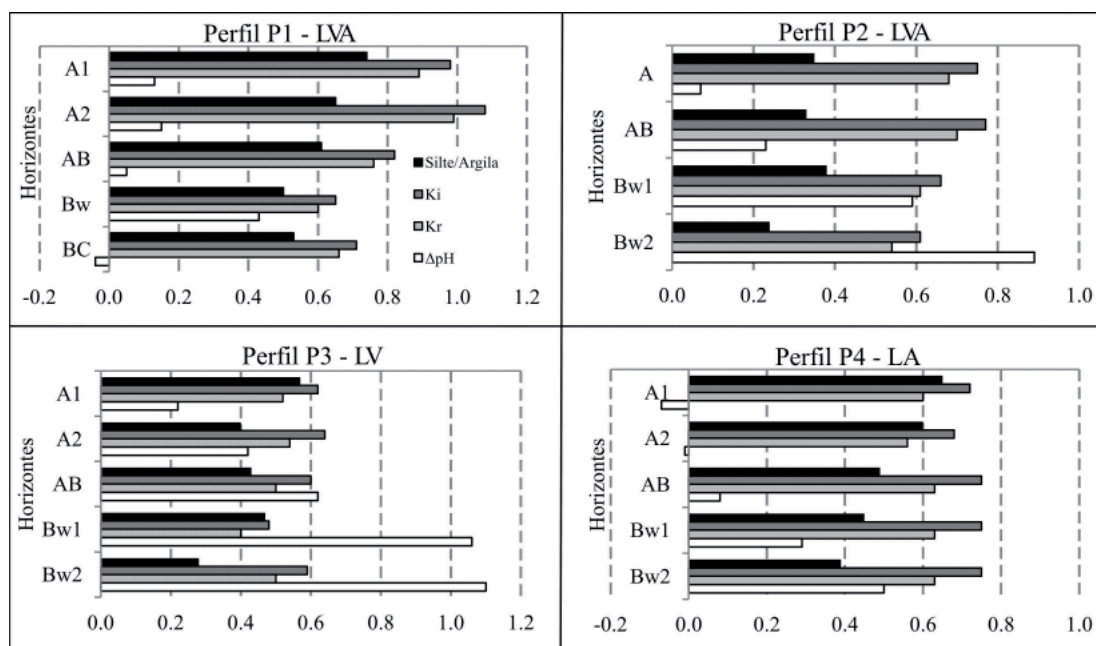


Figura 3 - Gráficos das relações silte/argila, Ki, Kr e ΔpH dos solos analisados em topossequência.

O cálculo do ΔpH faz uma relação do balanço de cargas elétricas no solo, tornando-se importante para determinar a taxa de intemperismo a que o solo foi sujeito, pois esse processo provoca o aumento de cargas positivas. Há um predomínio de cargas positivas nos solos estudados neste trabalho. O perfil P3 foi o que revelou os maiores valores de ΔpH, obtendo uma taxa de 0,22 no horizonte A1 e chegando a 1,1 no horizonte Bw2. Verifica-se que em todos os perfis esses valores tendem a aumentar à medida que se aprofunda nos solos. O horizonte BC do perfil P1 é uma exceção nessa tendência, pois ainda guarda estruturas da rocha original e tem valor ΔpH negativo (-0,04), demonstrando ser menos intemperizado do que os horizontes subjacentes.

As relações moleculares de Ki e Kr são dadas através da razão entre elementos da fração argila, os quais foram identificados pelo método laboratorial de ataque sulfúrico. Ki é dado pela razão entre silício e alumínio e o Kr pela razão entre silício, alumínio mais ferro. Oliveira (2005) afirma que o fato de Ki e Kr representarem o quociente da divisão entre um elemento de grande mobilidade (Si) por outros elementos de baixa mobilidade (Al e Fe), podem ser indicativos do grau de intemperismo do solo. Quanto menor for o seu valor, mais intemperizado será o solo. Verifica-se, com exceção do perfil P4, que ao aprofundar no solo há uma ligeira tendência à diminuição dos valores de Ki e Kr, como por exemplo, o perfil P2, cujo horizonte A o valor de Ki e Kr é de 0,75 e 0,68, respectivamente, passando para 0,61 e 0,54, no horizonte Bw2.

Todos os horizontes diagnósticos (horizontes Bw) de todos os perfis de solo analisados neste trabalho obtiveram Ki menor que 2,2 e Kr menor que 0,75. Assim, com base em Moniz (1972), os solos da topossequência são classificados como ferralíticos, caracterizando-se por haverem retirada de silício, acúmulo de alumínio e ferro. À medida que o solo envelhece, há uma tendência de o silício ser removido (dessilicatação) e do alumínio e do ferro se acumularem residualmente, sendo esse um processo pedogenético típico da latossolização (JACINTHO *et. al.*, 2006).

Processo de Etchplanação

A grande atuação dos processos geoquímicos, a marcante sazonalidade climática regional, a presença de solos bem desenvolvidos como os Latossolos e a homogeneidade do material nos quatro perfis de solo evidenciam características fundamentais para aferição de que a vertente estudada evolui a partir de um processo de etchplanação (BÜDEL, 1982).

Dentro desse modelo de evolução do relevo, os aplainamentos são formados e evoluem graças a um mecanismo de dupla planação: a superfície de intemperismo basal (*leaching surface*) localizada em subsuperfície, onde atua a desnudação geoquímica; e a superfície exumada por lavagem (*washing surface*), correspondente à superfície do modelado propriamente dita, onde predominam os processos mecânicos de escoamento pluvial (THOMAS, 1994).

Para o modelo de etchplanação o intemperismo químico age de forma intensa e constante durante todo o ano, havendo a retirada de material do sistema intemperizado em solução na água subterrânea. Salgado (2002) identificou altos teores de sílica (dióxido de silício - SiO_2) nas águas dos canais fluviais Córrego Rio Grande, afirmando que os fluxos subsuperficiais nesta bacia, onde também se situa a vertente da presente análise, exportam das partes profundas do manto de intemperismo quantidade considerável de íons de sílica, caracterizando-se assim como processo de desnudação geoquímica.

Colaborando com tal afirmativa e corroborando com os dados geoquímicos apresentados anteriormente, os dados de mineralogia apontam que os quatros perfis de solo estão sofrendo um processo avançado de dessilicização (retirada de sílica do sistema), tendendo a se intensificar em subsuperfície, demonstrando menor concentração de sílica (quartzo) e maior de gibbsita nos horizontes inferiores (rever Tabela 1). Oliveira e Jiménez-Rueda (1996) afirmam que a simples presença da gibbsita já caracteriza o solo por um processo de alitização. Isso, porque em condições de lixiviação muito forte, ocorre uma dessilicização completa (alitização) e a própria caolinita se torna instável e se decompõe, formando-se hidróxidos de alumínio, ou seja, a gibbsita (MONIZ, 1972).

Através dos dados micromorfológicos foi possível visualizar os resultados dos processos de dissilicização ocorrentes nos solos estudados, principalmente em subsuperfície. A Figura 4A demonstra a presença de quartzos carcomidos por corrosão e dissolução no horizonte Bw do perfil P1, formando pequenas cavidades em suas extremidades, caracterizando-os como cariados (CASTRO, 2002).

Feições pedológicas, como os nódulos argilo-férricos, demonstrado na Figura 4B, também são encontrados em horizontes inferiores, evidenciando mais uma vez a superfície de intemperismo basal (*leaching surface*) e a movimentação hídrica em subsuperfície afetando as características do solo. A formação dessas feições é dada, provavelmente, por oscilações do nível freático, comprovando que os processos pedogenéticos atuam profundamente no manto de intemperismo, decompondo os elementos químicos solúveis e acumulando argila e elementos pouco móveis (a exemplo o ferro), caracterizando-se por um processo pedogenético típico da latossolização.

Características identificadas nas análises micromorfológicas também demonstram a existência da superfície exumada de lavagem (*washing surface*) e a consequente atuação de processos mecânicos de escoamento pluvial remobilizando o material vertente abaixo, revelado pela presença de fragmentos de xisto e de muscovita

nas lâminas delgadas de todos os horizontes do perfil 3 (Figura 4C). Isso, porque o solo desse perfil é originado principalmente de rocha metabásica e assim constituído, originalmente, por outros tipos de minerais e fragmentos rochosos.

A existência da feição pedológica do tipo pápula (Figura 4D), identificada por análise micromorfológica no horizonte A do perfil 1, leva a crer que a fonte principal desse material remobilizado seja advinda da alta vertente (sustentadas por xisto). A origem dessa feição está frequentemente relacionada aos horizontes subsuperficiais, sendo incompatível com a posição do horizonte onde se encontra atualmente. Isso leva a crer que os processos mecânicos de escoamento pluvial afetam principalmente a região de interflúvio (sustentadas por xistos), promovendo a remobilização do material dos horizontes superficiais vertente abaixo, acarretando, conseqüentemente, a exposição de horizontes inferiores e um processo de rejuvenescimento pedológico.

Evolução Pedogeomorfológica

O comportamento na evolução dessa vertente implica em uma dinâmica nos processos de evolução de vertente semelhante ao modelo clássico proposto por Young (1976). Nesse modelo os materiais intemperizados produzidos na alta vertente tendem a se movimentarem em direção à jusante. Isso, como é visto na vertente estudada, produz uma seqüência com solos relativamente menos espessos e menos intemperizados na alta vertente e mais espessos e mais intemperizados na média e baixa vertente.

De acordo com Christofolletti (1980) e com os dados apresentados, pode-se dizer que os processos morfogenéticos pluviais que provocam o transporte desse material vertente abaixo se distinguem em ação mecânica e de escoamento pluvial difuso. A primeira é causada pelo impacto das gotas de chuva que provoca a desagregação das partículas terrosas, enquanto que a segunda é provocada pelo deslocamento do material desagregado a jusante. Porém, cabe ressaltar que isso ocorre de forma lenta e suave, permitindo que os processos pedogenéticos ao longo do tempo incorporem esse material remobilizado ao regolito. No entanto, não foi possível diferenciá-lo por análises químicas e físicas, mas foi possível, como demonstrado anteriormente, ser visto pela micromorfologia.

Augustin (1995) afirma a existência de um novo ciclo de erosão na Depressão de Gouveia durante o Quaternário, correspondente ao Ciclo Polifásico Paraguaçu (KING, 1956), o qual provocou mudanças no nível de base regional através de novos entalhes de canais de pequena ordem. Isso faz com que a estrutura pedológica se ajuste a essas novas condições geomorfológicas regionais.

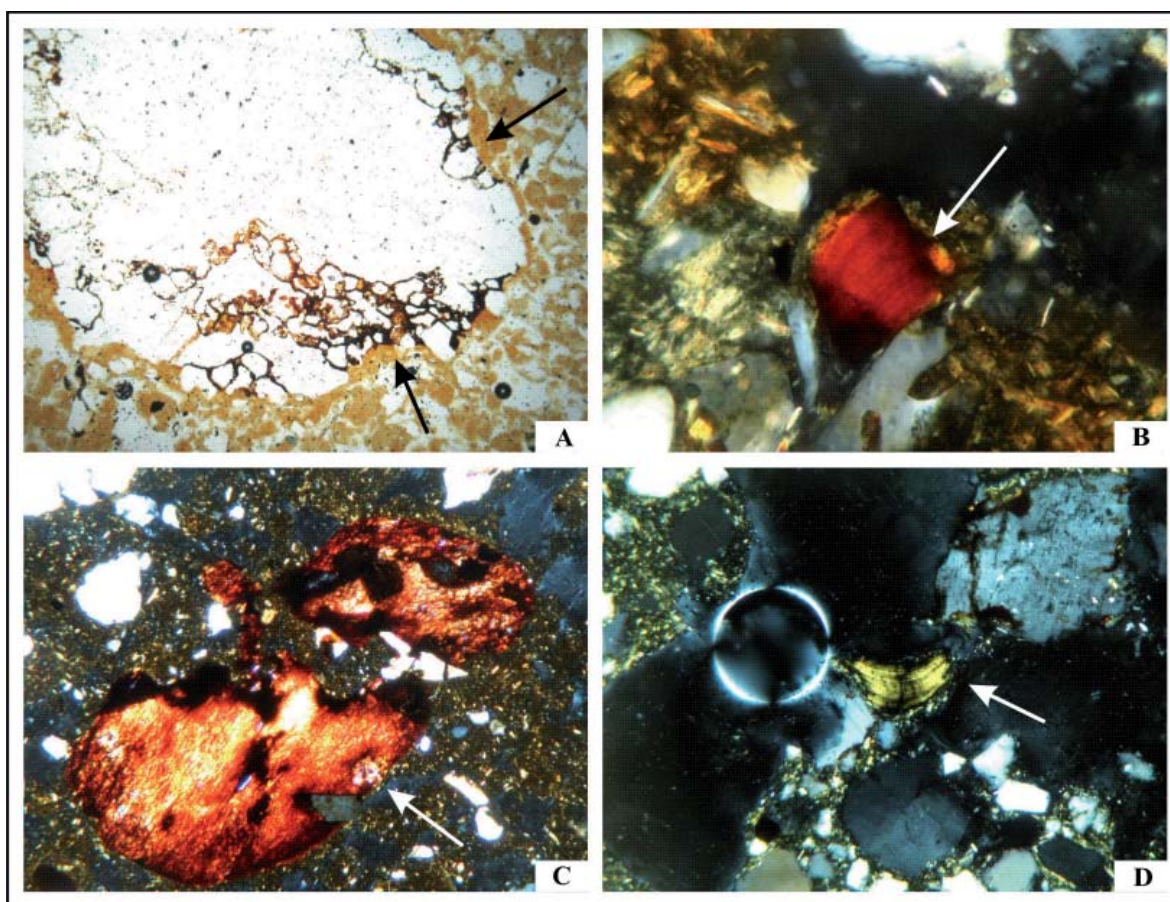


Figura 4 - Características micromorfológicas dos solos analisados em topossequência. A - Quartzos carcomidos por corrosão e dissolução; B - Nódulos argilo-fêrricos; C - Fragmentos de xisto e muscovita; D - Pápula.

Apesar de todas as análises demonstrarem que a cobertura pedológica está em estado de equilíbrio, algumas características como a decaptação dos horizontes superiores da alta vertente e a presença de uma voçoroca paralela a topossequência apontam indícios de uma incipiente instabilidade. Ou seja, essas características marcam o início de um processo de transformação da cobertura pedológica da topossequência estudada. Provavelmente, no futuro, essa estrutura se transformará em outra diferente e avançará lateralmente ao longo da vertente.

Nessa perspectiva e levando em consideração a teoria da Etchplanação, verifica-se que a superfície de intemperismo basal contribui aos aplainamentos preparando material para a ação dos processos mecânicos que ocorrem na superfície de lavagem. O intemperismo e a pedogênese são fatores muito ativos e intermediários entre o embasamento e a erosão superficial.

O papel do intemperismo é de desagregação, sem afetar as características e as propriedades do relevo. A pedogênese, por sua vez, é o motor dos fenômenos de evolução do relevo, preparando os horizontes superficiais para a ação da erosão

superficial e o conseqüente aplainamento do relevo (VITTE, 2001). Assim, “a pedogênese, ao menos em seus resultados globais, é, portanto um dos elementos da morfogênese. Ela modifica as características superficiais da litosfera e deste modo, influencia os mecanismos fundamentais da morfogênese” (TRICART, 1968, p. 6).

Porém, Ruellan (1987) afirma que na elaboração dos relevos, o papel dos mecanismos geoquímicos e pedogenéticos não se reduz à simples preparação de um material mais fácil de ser erodido. Há também aplainamento dos relevos pelas transformações mineralógicas, por subtrações geoquímicas e por modificações da circulação da água no interior e no topo dos solos, ratificando a cobertura pedológica como um agente de elaboração das formas de relevo (MILLOT, 1983; RUELLAN, 1987; e QUEIROZ NETO, 2000).

Conclusões

A partir da caracterização morfológica, física, química, mineralógica, micromorfológica e dados e interpretações fornecidos por outros autores sobre as características geológicas,

geomorfológicas e pedológicas da Depressão de Gouveia, pode-se estabelecer as seguintes considerações:

- A vertente estudada possui em torno de 800m de comprimento cuja declividade tende a aumentar para jusante. Verificou-se uma distribuição uniforme na organização dos horizontes do solo, demonstrando um equilíbrio na estrutura pedológica da vertente que se organiza de forma concordante em relação à superfície.

- Todas as relações moleculares de Ki, Kr e ΔpH e a relação granulométrica de silte/argila apontam que os solos situados na topossequência se caracterizam por serem bastante desenvolvidos, cujos horizontes subjacentes tendem a serem mais intemperizados.

- As características e feições identificadas levam a entender que o processo de evolução pedogeomorfológica da topossequência ocorre a partir dos moldes oferecidos pela teoria da Etchplanação. A superfície de intemperismo basal é atestada pela grande atividade dos processos subsuperficiais que desagregam a rocha e, conseqüentemente, existindo a superfície exumada de lavagem, que rebaixa o relevo através dos processos mecânicos de escoamento pluvial, remobiliza o material vertente abaixo.

- A estrutura pedológica da região pode ainda estar se ajustando ao encaixamento da rede de drenagem provocado pelo Ciclo Polifásico Paraguaçu. Mesmo a vertente desse estudo, que em todas as análises demonstrou estar em alto estado de equilíbrio, a decaptação dos horizontes superiores da alta vertente e a presença de uma voçoroca, podem ser indícios de uma incipiente instabilidade, na qual a estrutura pedológica começa a se ajustar as novas condições geomorfológicas regionais.

Referências Bibliográficas

- ALMEIDA-ABREU, P. A.; FRAGA, L. M. S.; NEVES, S. de C. Geologia. In: SILVA A.C. *et al.* (ed.). **Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes**. Belo Horizonte: O Lutador, 2005.
- AUGUSTIN, C.H.R.R.. Aspectos geomorfológicos da região de Gouveia, Espinhaço Meridional, MG. In: **Anais do 8º Simpósio de Geologia de Minas Gerais**. SBG-MG. Diamantina-MG. Bol. 13:3-4. 1995.
- ÁVILA, F.F. **Análise da cobertura pedológica em uma topossequência na bacia do Córrego dos Pereiras – Depressão de Gouveia/MG**, 135 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências/Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2009.
- BOULET, R. Análise estrutural da cobertura pedológica e cartografia. In: MONIZ, A.C.; FURLANI, A.M.C.; FURLANI, P.; FREITAS, S.S. (coords.) **Responsabilidade social da ciência do solo: e os simpósios Microbiologia do solo: só simbioses? e A importância do conhecimento da cobertura pedológica: a análise estrutural**. Campinas: SBCS, 1988, p.79-90.
- BOULET, R.; CHAUVEL, A. e LUCAS, Y. **Os sistemas de transformação em pedologia**. Boletim de Geografia Teorética, 20(39). Rio Claro, 1990, p.45-63.
- BÜDEL, J. **Climatic Geomorphology**. Princeton: Princeton Univ. Press. 1982, 443p.
- CASTRO, S.S. **Micromorfologia de solos: bases para descrição de lâminas delgadas**. UFG-IESA, UNICAMP-IG-DGEO, Goiânia/Campinas, 2002, 143 p.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda., 2a. ed. 1980, 188p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo** - 2ª ed. Rio de Janeiro - RJ: EMBRAPA - SPI, 1997, 212p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos** – 2ª ed. Rio de Janeiro - RJ: EMBRAPA-SPI, 2006, 306p.
- JACINTHO, E.C.; CAMAPUM de CARVALHO, J.; CARDOSO, F. B. F.; SANTOS, R.M.M.; GUIMARAES, R. C.; LIMA, M.C.G.. Solos Tropicais e o Processo Erosivo. In: Camapum de Carvalho, J.; Sales, M.M; Souza, N.M; Melo, M.T.S. (Org.). **Processos Erosivos no Centro-Oeste do Brasil**. Brasília: FINATEC, 2006, p. 93-156.
- KING, L. **Geomorfologia do Brasil Oriental**. Revista Brasileira de Geografia, v. 18, n. 1, 1956, p. 1-147.
- MILLOT, G.. Planation of Continents by Intertropical Weathering and Pedogenetic Processes. In: MELFI, J. A., CARVALHO, A. (eds.) **Laterisation Processes**. São Paulo: IG-USP, 1983, p. 53- 63.
- MONIZ, A.C. Mineralogia do solo. In: MONIZ, A.C. (Org.). **Elementos de Pedologia**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1972, p.391-407.
- NEVES, S. de C.; ALMEIDA-ABREU, P. A. ; FRAGA, Lúcio Mauro Soares;. *Clima*. In: SILVA A.C. et al (ed.). **Serra do Espinhaço Meridional: Paisagens e Ambientes**. Belo Horizonte: O Lutador, 2005.
- OLIVEIRA, V. A.; JIMENEZ - RUEDA, J. R. **Avaliação comparativa do grau de intemperismo de latossolos de três compartimentos distintos do Planalto Central Goiano**. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v. 58, n. 1, 1996, p. 111-120.
- OLIVEIRA, V.A., (Coord.) **Manual técnico de pedologia**. 2. ed. Rio de Janeiro, IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, (Manuais Técnicos em Geociências, n.4), 2005, 300p.
- QUEIROZ NETO, J. P. **Geomorfologia e Pedologia**. Revista Brasileira de Geomorfologia, V.1, nº1, 2000, p.59-67.

- RUELLAN, A. **Contribuição das pesquisas em zona tropical ao desenvolvimento da ciência do solo**. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21., Campinas. Anais... Campinas: SBCS, 1987, p. 405-414.
- SAADI, A. & VALADÃO, R.C. **Evolução Geomorfológica Quaternária da Região de Gouveia, Serra do Espinhaço**. In: Anais do 4º Simpósio de Geologia de Minas Gerais. SBG-MG. Bol. SBG, Belo Horizonte-MG. 1987, p.434-448.
- SALGADO, A.A.R.. **Desnudação Geoquímica e Evolução do Relevo no Espinhaço Meridional – MG**. Belo Horizonte: IGC/UFMG, 2002, 189 f. (Dissertação de Mestrado).
- SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5ª ed. Viçosa. SBCS, 2005, 100p.
- THOMAS, M.F. **Geomorphology in the tropics: a study of weathering and denudation in low latitudes**. Chichester, England. John Wiley, 1994, 460p.
- TRICART, J.. **As relações entre a morfogênese e a pedogênese**. *Notícia Geomorfológica*, 8. Campinas, (Trad. A. Christofolletti), 1968, p.5-18.
- VITTE, A.C. **Considerações sobre a teoria da etchplanação e sua aplicação no estudo das formas de relevo nas regiões tropicais úmidas**. Terra Livre, 16, parte I, 2001, p. 11-24.
- YOUNG, A. **Tropical soils and soil survey**. Cambridge: Cambridge University Press, 1976, 468p.