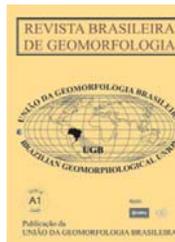




www.ugb.org.br  
ISSN 2236-5664

## Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 16, nº 3 (2015)



### ESTUDO DAS COBERTURAS SUPERFICIAIS NA INTERFACE CERRADO-VEREDA NO NORTE DE MINAS GERAIS

### STUDY OF SUPERFICIAL COVERAGE IN CERRADO-VEREDA INTERFACE IN THE NORTH OF THE MINAS GERAIS

**Walter Viana Neves**

*Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais  
Av. Antônio Carlos, 6.627, CEP: 31270-901 - Belo Horizonte/MG, Brasil  
Email: walterviana@yahoo.com.br*

**Eduardo Pagliaroni Menezes**

*Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais  
Av. Antônio Carlos, 6.627, CEP: 31270-901 - Belo Horizonte/MG, Brasil  
Email: eduardo.pagliaroni@gmail.com*

**Fábio Soares De Oliveira**

*Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais  
Av. Antônio Carlos, 6.627, CEP: 31270-901 - Belo Horizonte/MG, Brasil  
Email: fabiosolos@gmail.com*

**Cristina Helena Rocha Ribeiro Augustin**

*Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais  
Av. Antônio Carlos, 6.627, CEP: 31270-901 - Belo Horizonte, MG, Brasil  
Email: chaugustin@hotmail.com*

**Paulo Roberto Antunes Aranha**

*Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais  
Av. Antônio Carlos, 6.627, CEP: 31270-901 - Belo Horizonte, MG, Brasil  
Email: aranha1941@gmail.com*

#### Informações sobre o Artigo

Data de Recebimento:  
21/05/2015  
Data de Aprovação:  
05/06/2015

#### Palavras-chave:

Material Superficial da Vertente; Dinâmica Hidrogeomorfológica; Veredas.

#### Resumo:

Embora sejam contempladas por pesquisas que abordam seus diversos aspectos naturais, com ênfase biológica, as veredas carecem de estudos sobre suas geocoberturas e das encostas associadas, incluindo os solos. Este estudo buscou analisar essas coberturas e suas relações com a dinâmica do canal fluvial, tendo como área de investigação a vereda/rio Peruaçu, afluente do Rio São Francisco, localizada no norte de Minas Gerais. Estudos dessa natureza podem elucidar mecanismos hidrogeomorfológicos presentes no desenvolvimento e manutenção da água no canal, bem como nas características e especificidades das coberturas superficiais. A metodologia envolveu a identificação e caracterização de uma vertente na zona de cabeceira através de medidas e observações ao longo de um

**Keywords:**

Slope Sub-Superficial Materials; Hydro-Geomorphologic Dynamics; Veredas.

transecto. Essas observações e medidas foram realizadas tanto em tradagens (3) até o limite da zona saturada, como em trincheiras (perfis) superficiais (4), para detalhamento da geocobertura. Análises laboratoriais incluíram: granulometria, pH, química de rotina, difratometria de Raios-X (DRX) e descrição

micromorfológica. Os resultados indicam a predominância de areia em toda a cobertura, como esperado, uma vez que a mesma é formada por arenitos do Grupo Urucuia, do Cretáceo. No entanto, a distribuição das areias não é regular ao longo da vertente, com percentagens menores e mais finas nas camadas superiores, acompanhado por maior percentual de argila. O oposto é verificado no domínio da vereda, que apresenta acúmulo de argila e diminuição das areias grossas nas camadas inferiores, apontando para a migração das frações de argila das porções superiores do relevo para as mais baixas, possivelmente através da influência da flutuação sazonal do freático. Os dados mineralógicos apontam a predominância de quartzo e caulinita, com ausência de argilas do tipo 2:1, que indica intemperismo profundo das rochas do substrato. O comportamento da relação AF/AG indicou também que as geocoberturas presentes na vertente possuem homogeneidade composicional, apontando para o fato de que, nas encostas, o material é eluvial. O oposto foi identificado no fundo do canal, o que corrobora o fato de que nesta zona a dinâmica hidrogeomorfológica é maior. O conjunto dos resultados permite assumir que a hidrodinâmica geomorfológica tem um papel importante na redistribuição dos materiais das geocoberturas superficiais ao longo da vertente, influenciando os processos pedogenéticos e mesmo fluviais da vereda estudada.

**Abstract:**

Although there are several surveys covering various natural aspects of the veredas, there is yet lack of analyses concerning the regolith of their slopes, including the soils. This study seeks to examine these materials and their relationships with the dynamics of the fluvial channel, in vereda/Peruaçu River, a tributary of the São Francisco River, located in the North of Minas Gerais. It can elucidate hydro-geomorphologic mechanisms in the development and maintenance of the water in the channel, as well as some of the characteristics and specificities of these superficial regolith. The methodological procedures involved the identification and characterization of a slope through measurements and observations along a transect. These observations and measurements were performed by drillings (3) up to the limit of the saturated zone and in superficial profiles (4) for details of the soil cover. Laboratory tests included: particle size, pH, EC, routine chemistry, x-rays (DRX) diffractometry and undisturbed soil samples were collected for microscope analysis. As expected, results indicate the predominance of sand in all profiles, since the substrate is formed by sandstones of the Urucuia Group, from the early Cretaceous. However, the distribution of the sands is irregular along the slope, with smaller percentages and finer sand on the top layers in the upper, also accompanied by a higher percentage of clay. The opposite is seen in the profile of the vereda domain where there is clay accumulation and decrease of thick sands in the more under layers, pointing out to the migration of clay fractions from the upper towards the lowest portions of the relief, possibly due to the influence of the seasonal fluctuation of the water table. The Mineralogical data indicate the prevalence of quartz and kaolinite and absence of 2:1 clay minerals, indicating deep weathering of the rocks of the substrate. The behavior of the relationship AF/AG also shows that the superficial covers present on slope have compositional homogeneity, pointing to the fact that the material in the slope is mainly eluvial. The opposite occurs at the bottom of the canal, which corroborates the fact that in this area the channel dynamic is very intense. The set of results allows to assuming that the hydro-geomorphologic aspects of the veredas play an important role in the redistribution of fine materials in the regolith, influencing pedogenic and even fluvial processes.

---

**1. Introdução**

As veredas são ecossistemas comuns do cerrado (BOAVENTURA, 1981; MELO, 2008), caracterizadas por ocorrerem em áreas deprimidas, com fluxo hídrico lento e vegetação hidrófila, incluindo como uma espécie

característica a palmeira buriti - *Mauritia flexuosa*. Para Boaventura (1981), as veredas ocorrem em superfícies com a superposição de camadas geológicas permeáveis sobre camadas impermeáveis, sejam elas litificadas ou de sedimentos inconsolidados. Estudos recentes realiza-

dos em áreas de rochas siliciclásticas aventaram a possibilidade de que as veredas não estejam interligadas a um nível freático mais profundo, e sim a células isoladas do tipo “freático suspenso” (*perched water table*), entre a zona de aeração e o nível regional propriamente dito (AUGUSTIN *et al.*, 2009). Nesse caso, sua sobrevivência seria constantemente ameaçada, uma vez que os níveis suspensos são mais locais e, por conseguinte, mais sujeitos à degradação. Os efeitos do desaparecimento das veredas se fariam sentir não somente na eliminação do ecossistema, mas também na perda da contribuição hídrica para a rede de drenagem das quais são afluentes (LIMA & SILVEIRA, 1991; AUGUSTIN, 2012).

Vários são os aspectos que tornam as veredas ambientes com alta fragilidade (MELO, 1978). Dentre eles, Augustin *et al.* (2009) destacam que a chegada de sedimentos finos (argila e silte), causada pelo uso das áreas adjacentes (construções, silvicultura, pastagem, etc.), altera a dinâmica dos processos superficiais e sub-superficiais laterais (*throughflows*), mudando a dinâmica do canal e tornando o sistema mais susceptível à erosão fluvial. Esse processo tem o efeito de impactar as condições essenciais para a preservação do sistema primário, pois a baixa energia hidráulica dos fluxos parece constituir uma das condições essenciais para a manutenção dos buritis. Acima desse gradiente, as veredas começam a transformarem-se em canais “normais” e passam a ser invadidas por outras espécies típicas do cerrado ou, em alguns casos, de matas ciliares.

Dessa maneira, depreende-se que o funcionamento das veredas está diretamente relacionado ao comportamento dos fluxos superficiais e subsuperficiais nas vertentes. Esses fluxos e os diversos processos a eles associados, como intemperismo, pedogênese, erosão e sedimentação possuem um papel de destaque na compreensão da evolução destes ambientes. Como tais processos são igualmente responsáveis pela gênese das coberturas superficiais, essas passam a ser importantes instrumentos de investigação.

Amaral (1999), Boaventura (1981), Corrêa (1989), Melo (1992), Lima (1996) e diversos levantamentos feitos pela Embrapa (1978, 1982) destacam a presença de solos hidromórficos com acúmulo de matéria orgânica nas zonas encharcada e do canal e de Latossolos nas vertentes. No estado de Minas Gerais, essa sequência foi descrita em áreas do Triângulo Mineiro, Jequitinhonha

e Norte. Em linhas gerais, os estudos demonstraram que existe uma relação entre a evolução da vereda e a transformação dos solos oxidicos em solos hidromórficos. Bispo *et al.*, (2011), por exemplo, enfatizam que a origem e propriedades dos solos no sopé das encostas, como no caso das veredas, são influenciadas pela presença de nível freático próximo da superfície durante todo o ano. Da mesma maneira, as propriedades dos Latossolos na vertente, tal como a relação entre a cor e os teores totais e extraíveis de ferro, também indicam as condições da drenagem, atuais e pretéritas.

Além dos Latossolos no norte de Minas Gerais existe também a associação das veredas com coberturas psamíticas quartzosas, derivadas da alteração de rochas siliciclásticas. Para esse contexto se voltam os interesses deste estudo, cujo objetivo central foi caracterizar as coberturas superficiais em uma zona de interface cerrado *stricto sensu* e vereda, como forma de contribuir para a compreensão da gênese e evolução desses ambientes. O tema aqui abordado destaca a importância de incorporar as coberturas no estudo da evolução do relevo, privilegiando a interface entre a Geomorfologia e a Pedologia.

## **2 . Materiais e Métodos**

A área de estudo está localizada no município de Januária, especificamente numa vertente da margem esquerda do alto curso do rio Peruaçu (coordenadas UTM 23L E 532023.338 N 8338637.27), inserida no Parque Estadual (PE) Veredas do Peruaçu (Figura 1). O rio Peruaçu é uma vereda em grande parte do seu curso (AUGUSTIN, 2009; AUGUSTIN & MAIA-RODRIGUES, 2012; VIOTTI, 2013; LUCENA, 2013; VIOTTI & AUGUSTIN, 2015), banhando áreas de rochas siliciclásticas cretáceas do Grupo Urucuia e coberturas quaternárias associadas (IGLESIAS & UHLEIN, 2009). Do médio curso em diante, torna-se um típico rio de carste (fluvio-carste), correndo sobre calcários do Grupo Bambuí (PILÓ & RUBIOLLI, 2002; RODET *et al.*, 2009) e, posteriormente, sedimentos aluviais da planície da margem esquerda Rio São Francisco (AUGUSTIN & MAIA-RODRIGUES, 2012). A área de investigação enfatiza o importante papel das veredas na manutenção do regime hídrico regional, constituindo os principais afluentes de um dos mais importantes rios brasileiros.



Figura 1 – Localização da área de estudo, uma vertente no alto curso do Rio Peruaçu, inserida no Parque Estadual (PE) Veredas do Peruaçu, norte de Minas Gerais, Brasil

Após trabalhos de campo de reconhecimento da área, foi selecionada uma vertente cuja seção longitudinal possui 245 m comprimento, da alta vertente até o canal da vereda. Inserida no domínio de extensos planaltos areníticos, as vertentes são quase sempre suavemente onduladas e recobertas em cerca de 80% por cerrado típico, sendo o restante por plantas do ecossistema das veredas, entre as quais se destaca o buriti (LUCENA, 2013). O clima regional é do tipo Aw (classificação de Köppen), com verão quente e úmido e o inverno seco (VIOTTI, 2013; VIOTTI & AUGUSTIN, 2015).

O estudo das coberturas foi realizado através: i) de tradagens mecânicas até exposição do nível freático, para o reconhecimento da organização e constituição de todo o regolito até o limite da zona saturada; e, ii) da abertura de trincheiras de aproximadamente 1 metro de profundidade, para detalhar a influência da pedogênese próximo à superfície, sobretudo na constituição do *solum* (KELLO-

GG, 1936). As tradagens foram realizadas na alta (T1), meia e baixa (T2) vertente, bem como no domínio da vereda (T3), que se encontra seca há aproximadamente 10 anos. As amostras foram coletadas a cada 1 metro para caracterização da cor (MUNSELL, 1994), granulometria e mineralogia. As trincheiras foram abertas em posições semelhantes às da tradagens. Os perfis de solos foram descritos segundo Lemos *et al.* (2013) e sua classificação conforme Embrapa (2013), sendo a cor obtida em estado úmido (MUNSELL, 1994). Foram coletadas amostras deformadas em sacos plásticos e amostras indeformadas de acordo com procedimentos sugeridos por Fitzpatrick (1993) e Filizola e Gomes (2004). Com base na descrição morfológica dos perfis foi confeccionado o croqui representativo de uma topossequência. De maneira semelhante à das tradagens, as amostras deformadas nos perfis foram submetidas à caracterização granulométrica e mineralógica. Adicionalmente, foi realizada também a análise química de rotina.

A caracterização granulométrica foi obtida conforme metodologia da Embrapa (1997): após agitação vertical por 16h, o teor de argila e silte foi determinado pelo método da pipeta, utilizando-se como dispersante solução de NaOH 1 mol.L<sup>-1</sup>, sendo a areia determinada por pesagem e peneiramento, obtendo-se quatro frações (areias fina e grossa, silte e argila). As classes texturais foram obtidas a partir do diagrama textural (EMBRAPA, 1997). As análises foram realizadas no Laboratório de Física do Solo do Departamento de Solos da UFV.

A análise química de rotina foi realizada conforme recomendações da Embrapa (1997). O pH em água foi estimado pelo método potenciométrico em suspensão do solo, com solução na razão 1:2,5. As bases trocáveis (Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>) foram extraídas com solução de KCl 1 mol.L<sup>-1</sup>, na proporção solo/solução de 1:10 e quantificadas por espectrometria de absorção atômica e o K<sup>+</sup> através de Mehlich-1 (HCl 0,05 mol.L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 mol.L<sup>-1</sup>) na proporção solo/solução 1:10, determinados por fotometria de chama. A acidez foi extraída com KCl 1 mol.L<sup>-1</sup> também na proporção 1:10 e titulada com NaOH 0,025 mol.L<sup>-1</sup> na presença do indicador azul de bromotimol, expressa em Al<sup>3+</sup> trocável; (H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup>) extraídos com acetato de cálcio 0,5 mol.L<sup>-1</sup> a pH 7,0 e titulados com NaOH 0,0606 mol.L<sup>-1</sup> na presença de fenolftaleína como indicador. A extração de P foi feita por Mehlich-1, determinando-o por colorimetria do complexo fósfolímbico na presença de ácido ascórbico, como descrito por Defelipo & Ribeiro (1981). De porte destes dados foram estimadas as capacidades de troca de cátions efetiva (t) e o pH 7,00 (T), a saturação por bases (V) e a saturação por alumínio (m) (EMBRAPA, 2013). As análises foram realizadas no Laboratório de Rotina do Departamento de Solos da UFV.

Para a caracterização mineralógica foi utilizada a Difractometria de Raios-X (DRX). As amostras foram pulverizadas em almofariz de ágata, dispostas em lâminas de vidro e levadas ao Difractômetro X'Pert Panalytical com radiação de CuK $\alpha$ , no intervalo de 2 a 70° 2 $\theta$ , caracterizando a fração pó total. A velocidade de leitura foi de 0,6°/min. Os difratogramas foram interpretados no Software X'Pert HighScore Plus, e em padrões da literatura (BRINDLEY & BROWN, 1980). As análises foram realizadas no Laboratório de Difração de Raios-X do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

Foram confeccionadas de lâminas delgadas e polidas com dimensões de 1,8 x 30 x 40 mm a partir das

amostras indeformadas. Como os solos arenosos são bastante friáveis, as amostras foram impregnadas ao vácuo com resina de poliéster (Reforplás T208) (FILIZOLA & GOMES, 2004). Os procedimentos foram realizados no Departamento de Geologia da UFOP. Nas seções delgadas foram realizadas descrições micromorfológicas em microscópio óptico trinocular, marca Zeiss, com câmera fotográfica acoplada. Foram utilizados os conceitos presentes em Stoops (2003).

### **3. Resultados e Discussão**

#### **3.1 Estudo das Coberturas Superficiais Através das Tradagens**

As profundidades máximas obtidas para o nível freático foram de 16,5 m (T1); 12 m (T2), e 8,7 m (T3) (Figura 2). A amplitude altimétrica máxima da vertente é de 8,92 m, sugerindo inclinação muito suave, que acompanha a morfologia da superfície. Pressupõe-se que, quando ainda não estava seca, o nível freático aflorava no domínio da vereda, e é provável que sua profundidade variasse de 7 a 8 m para a alta vertente e de 2 a 3 m para a média-baixa vertente.

As tradagens revelaram sutis diferenciações na coloração dos materiais que constituem as coberturas. Embora seja majoritariamente claro, em T1 e a partir de 12 m em T2 o material apresenta cor levemente rosada/amarelada (5YR7/4), diferente daquele situado em T3, que é esbranquiçado/acinzentado (5YR8/2). No topo das tradagens ocorrem materiais brunados (5YR4/3), efeito da presença de matéria orgânica em decorrência do contato com a cobertura vegetal.

Os resultados das análises granulométricas evidenciaram a natureza arenosa do material (Tabela 1, Figura 3). Foram observadas as classes franco-argilo-arenosa, franco-arenosa, areia franca e areia, sendo o conteúdo de areia sempre superior a 60%. Foi constatado um nítido predomínio de areia grossa em detrimento da areia fina, em todas as tradagens e profundidades (Tabela 1). A relação AF/AG apresentou valores oscilando entre 0,01 e 0,19. Em T1 os maiores valores foram verificados para as menores profundidades, indicando aumento no conteúdo de areia fina em direção à superfície (Figura 4). Em T2 os valores são semelhantes em praticamente todas as profundidades, com exceção para uma única amostra, coletada a 6m. Em T3, por sua vez, os valores oscilam nas diferentes profundidades sem que seja observado um comportamento em direção à base ou à superfície.

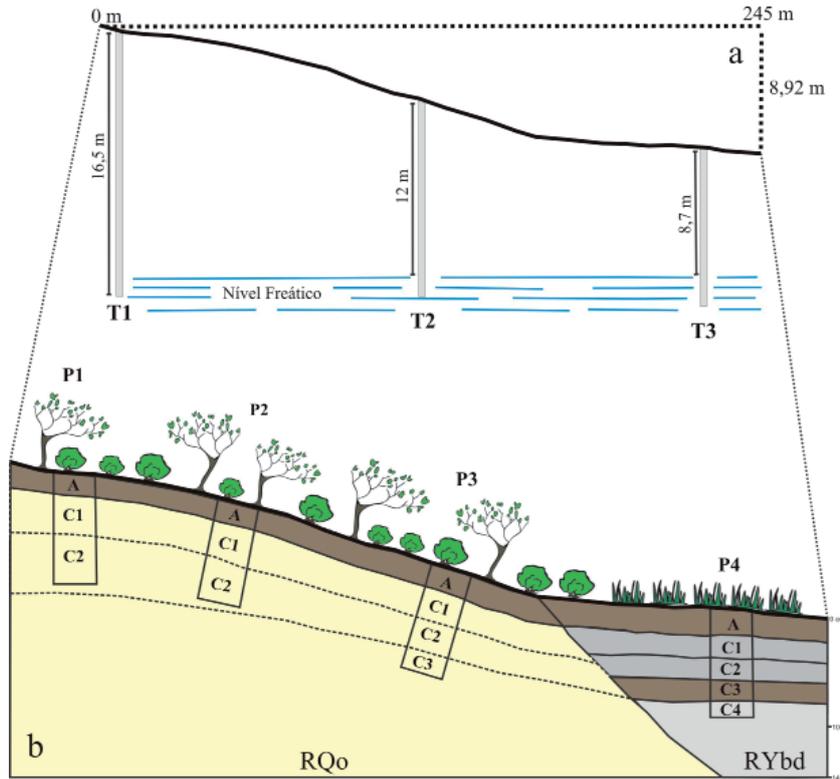


Figura 2 – Croqui representativo da vertente estudada e sua transição para o domínio da vereda, destacando: a) localização e profundidade das tradagens T1, T2 e T3 e b) organização estrutural dos horizontes da cobertura pedológica com a localização das respectivas trincheiras P1, P2, P3 e P4.

**Tabela 1: Composição granulométrica e classificação textural das amostras coletadas (a cada metro) nas tradagens T1, T2 e T3.**

Profundidade (m)	Argila			Silte			Areia Grossa			Areia Fina			Classe Textural		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	23	17	3	4	5	11	66	71	83	7	7	3	FAA	FA	A
2	24	18	6	5	2	7	65	74	74	6	6	13	FAA	FA	A
3	26	20	12	3	4	6	63	69	77	8	7	5	FAA	FA	FA
4	27	23	3	6	5	6	62	66	89	5	6	2	FAA	FAA	A
5	27	21	4	3	4	12	63	68	79	7	7	5	FAA	FAA	A
6	25	17	3	4	10	5	62	71	91	9	2	1	FAA	FA	A
7	24	14	13	4	8	4	63	68	79	9	10	4	FAA	FA	AF
8	23	14	21	5	14	10	62	63	64	10	9	5	FAA	FA	FAA
9	19	12	14	9	13	7	62	68	69	10	7	10	FA	FA	FA
10	22	14	21	7	12	10	64	64	62	7	10	7	FAA	FA	FAA
11	16	10	26	9	17	19	63	66	48	12	10	7	FA	FA	FAA
12	12	4	18	14	20	11	68	66	62	6	10	9	FA	AF	FA
13	9	3	17	17	23	6	69	64	73	5	9	4	FA	AF	FA
14	3	2	17	13	20	6	80	69	74	4	9	3	AF	AF	FA
15	2	-	-	11	-	-	84	-	-	3	-	-	A	-	-
16	3	-	-	7	-	-	82	-	-	8	-	-	A	-	-
17	2	-	-	10	-	-	87	-	-	1	-	-	A	-	-

FA – Franco-Arenosa; FAA – Franco-Argilo-Arenosa; AF – Areia Franca; A - Areia

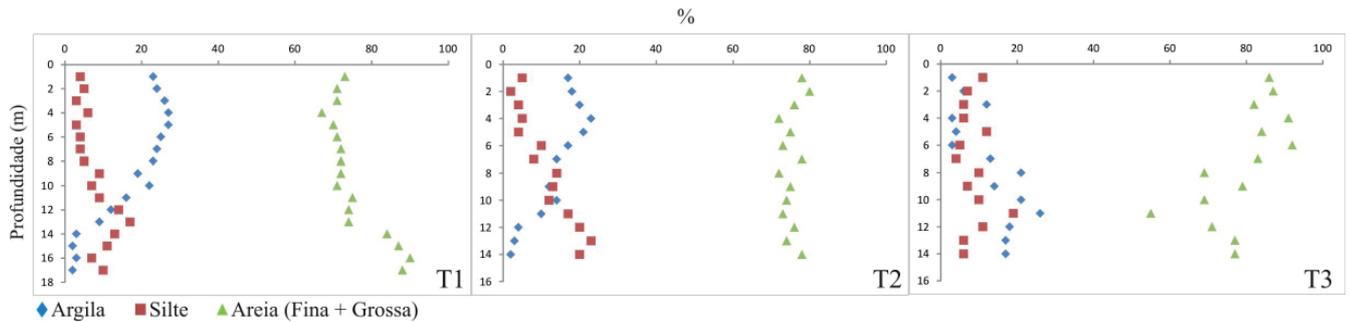


Figura 3 – Dispersão em profundidade das frações granulométricas argila, silte e areia (fina+grossa) nas tradagens T1, T2 e T3.

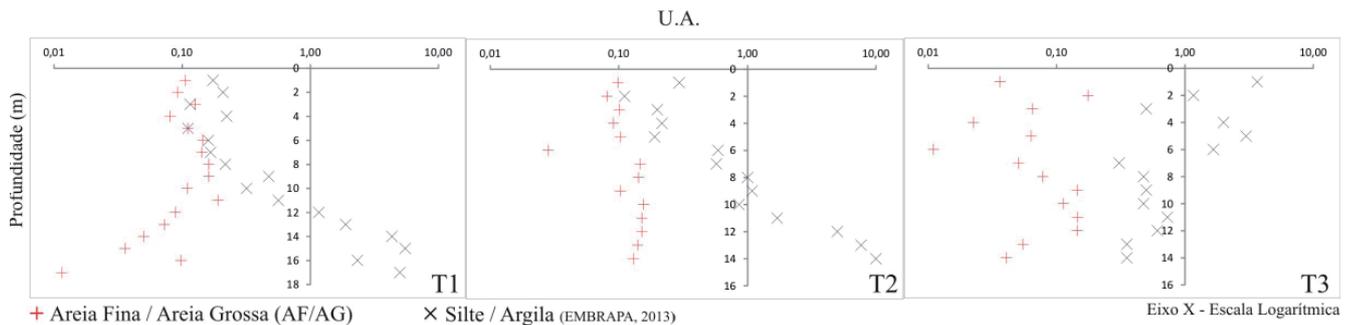


Figura 4 – Dispersão em profundidade das relações AF/AG (Areia Fina / Areia Grossa) e Silte / Argila nas tradagens T1, T2 e T3.

A relação AF/AG é usualmente utilizada para tecer inferências sobre possíveis variações nos materiais de origem das coberturas (KARATHANASIS & MACNEAL, 1994; KUZILA, 1995). Conforme Novaes Filho *et al.* (2012), em materiais homogêneos, onde não sejam observadas discontinuidades litológicas, os valores tendem a ser uniformes ao longo das camadas em profundidade. Além disso, o comportamento da relação AF/AG pode indicar a evolução progressiva do sistema de alteração, considerando que pelo intemperismo físico, em regiões tropicais úmidas, a areia grossa tende a ser transformada em areia fina. Nestes termos, os resultados indicam que a cobertura presente na alta, meia e baixa vertente possui homogeneidade composicional e, da mesma maneira, uma possível transformação da areia grossa em areia fina da base para o topo, principalmente em T1 (Figura 4). No domínio da vereda, por sua vez, a relação parece evidenciar uma heterogeneidade composicional do material, a julgar pela dispersão dos valores nas profundidades (Figura 4), não sugerindo uma sequência de alteração progressiva base-topo como observado para o domínio sob cerrado.

Os valores de silte e argila revelaram aspectos interessantes sobre o material coletado nas tradagens (Tabela 1, Figura 3). Em primeiro lugar, o silte ocorre

em quantidades pequenas, com maiores valores entre 17 e 23%, mas quase sempre entre 4 e 10%. Em T1 e T2 os maiores valores de silte são observados em profundidade, com redução em direção à superfície (Figura 3). Em T3, por sua vez, os valores não apresentam o mesmo comportamento, oscilando da base para o topo sem que seja observada uma diminuição ou aumento.

Em relação à argila, os maiores valores observados estão em torno de 20 e 27%, com menores valores entre 2 e 4% (Tabela 1). Em se tratando do comportamento dessa fração, em T1 e T2 o conteúdo é consideravelmente maior nas menores profundidades (Figura 3), ao passo que em T3 essa situação se inverte; isto é, os maiores valores estão localizados nas maiores profundidades (> 6 m). Associando as duas frações, a relação silte/argila (S/A) apresentou comportamento semelhante em T1 e T2, com valores diminuindo da base para o topo (Figura 4). Em T3 novamente os valores (Figura 4) não refletem o mesmo comportamento, sendo altos nas menores profundidades (exemplo: 3,6 em 1 m) e baixos em maiores profundidades (exemplo: 0,3 em 12 m).

A relação S/A é usualmente utilizada como um indicador para avaliar o estágio de intemperismo de solos em regiões tropicais (EMBRAPA, 2013). O alto

grau de intemperismo é verificado em solos que possuem valores menores que 0,7. Caso os solos sejam argilosos ou muito argilosos, o valor considerado é 0,6. Os resultados obtidos demonstram que na alta vertente os valores são inferiores a 0,7 da superfície até 11 m de profundidade, enquanto na meia e baixa vertente, o mesmo ocorre até 7 m de profundidade (Figura 4). Já no domínio da vereda, observa-se uma inversão, com valores menores que 0,7 ocorrendo principalmente a partir de 6 m, e não nas menores profundidades.

Os resultados da caracterização mineralógica revelam que o material coletado em todas as tradagens é composto essencialmente por quartzo e caulinita, apresentando secundariamente óxidos de ferro em algumas amostras (Figura 5). Na análise do pó total (TFSA), a presença majoritária de quartzo corroborou a análise textural. Como se trata de um mineral com boa difração, seus picos de detecção aparecem com alta intensidade nos difratogramas, mascarando a presença de outros minerais (BRINDLEY & BROWN, 1980). Por tais razões, foram realizadas também análises separadas das frações “areia total” e argila+silte. No caso da areia, a presença única do quartzo foi constatada. Para as frações argila+silte, a presença da caulinita como principal argilomineral foi confirmada, sendo que a goethita aparece com baixa intensidade apenas nas amostras que, macroscopicamente, apresentaram coloração amarelada/avermelhada.

A associação dos resultados das caracterizações mineralógica e granulométrica permite indicar aspectos relevantes que relacionam o material coletado nas

tradagens com os arenitos cretáceos que compõem a litologia regional. Tais arenitos são descritos como sendo quartzosos, avermelhados e esbranquiçados, com granulação fina a média, grãos arredondados bem selecionados e matriz argilosa escassa. Mineralogicamente, possuem grãos de quartzo imersos em matriz de calcedônia impregnada de óxidos de ferro, bem como palhetas de muscovita, grãos de hidróxido de ferro, zircão e turmalina como minerais acessórios (IGLESIAS & UHLEIN, 2009). Nos materiais analisados nas tradagens, o quartzo permanece como mineralogia litoreliquial, não estando mais cimentado, mas solto, constituindo grãos simples. Isso sugere que processos intempéricos degradaram o cimento silicoso do material de origem. Além disso, os materiais na vertente apresentam maior conteúdo de argilominerais que os arenitos, o que chega a influenciar no enquadramento da classe textural (classe franco-argilo-arenosa). Como os arenitos cretáceos possuem espécies minerais que são, potencialmente, fontes para a geração de argilas, como a muscovita, é permissível considerar que tais materiais representem o manto de alteração de tais rochas, podendo ser enquadrados no que foi descrito por Iglesias e Uhlein (2009) como “coberturas eluvionares” no mapeamento geológico regional. É importante ressaltar que não foi constatada resistência à penetração do trado até o limite da exsudação do nível freático, nem tampouco foram recuperados fragmentos rochosos que pudessem caracterizar a presença do arenito fresco em subsuperfície. Tais observações orientam o entendimento de que tais coberturas possuem grau de alteração moderado a forte (TARDY, 1993; STOOPS, 2003).

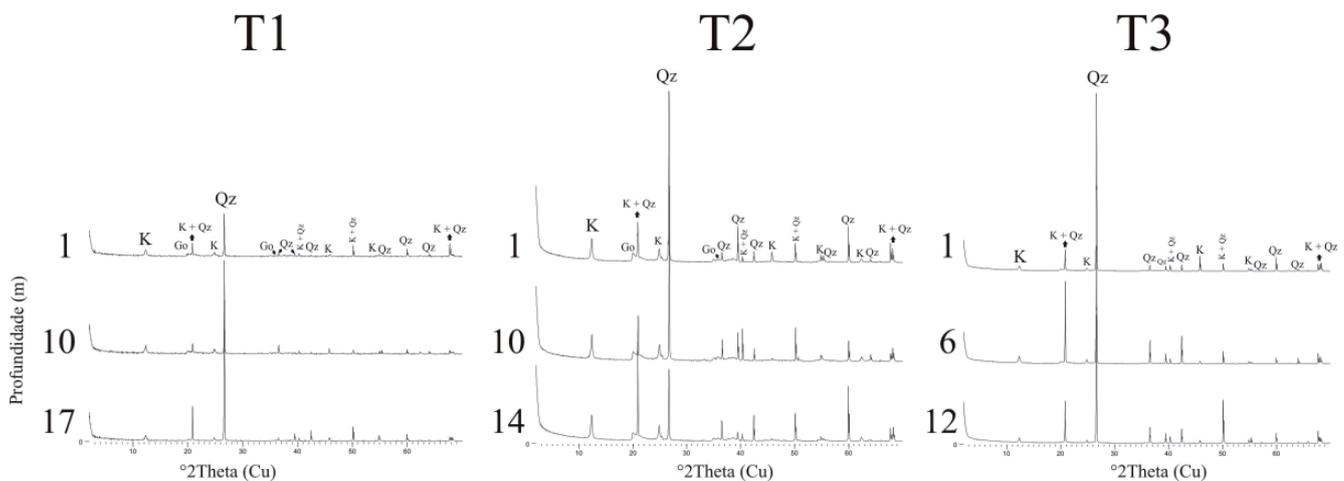


Figura 5 – Mineralogia, por Difração de Raios-X (DRX), de três profundidades (representativas) das tradagens T1, T2 e T3. K = caulinita; Qz = quartzo; Go = goethita.

Uma discussão importante de ser incorporada diz respeito ao caráter autóctone e alóctone dos materiais investigados. A esse respeito, os resultados sugerem que os materiais situados na vertente constituem coberturas autóctones ao passo que aqueles contidos no domínio da vereda apresentam, em alguma estância, caráter alóctone. Essa indicação é corroborada pelo comportamento dos indicadores texturais utilizados (relações AF/AG; S/A). Em todos eles, os materiais no domínio da vereda não apresentaram o comportamento esperado para materiais com evolução *in situ* ou, ainda, demonstraram a inversão do comportamento observado na vertente. Como os sistemas de alteração podem ser acompanhados pelas transformações envolvidas na interface rocha-manto de alteração (DELVIGNE, 2008), a presença de comportamentos anômalos sugere que a formação da cobertura está mais associada à deposição de pacotes sedimentares que à gênese de fácies de alteração. Isto foi observado na abertura do perfil, quando a sequência apontou a presença de “camadas” sucessivas nas quais foram identificada influência de água corrente (camadas mais claras) e parada (camadas mais escuras), com deposição de matéria orgânica. As observações de campo corroboram aquelas de Boaventura (1981) de que as veredas são ambientes que envolvem a dinâmica sedimentar, que pode ser um fator relevante para explicar sua gênese e evolução.

Outro aspecto importante relacionado à dinâmica evolutiva dos materiais na interface cerrado-vereda é o motivo pelo qual há uma concentração de argila na porção superior da cobertura na vertente e na vereda ocorre o inverso. Num primeiro momento, os resultados sugerem que há na vertente um sistema progressivo de transformação mineralógica, no qual os minerais primários contidos nas maiores profundidades vão sendo transformados em argilominerais nas porções superiores do perfil, em razão de avanço vertical do *front* de alteração (NAHON, 1986; 1991; TARDY, 1993; LAZIRATTI & OLIVEIRA, 2005). Entretanto, quando avaliada a mineralogia nas maiores profundidades, não foi detectada, nas frações areia ou silte, a presença da muscovita, provável fonte para a caulinita (Figura 5). Apenas o quartzo está presente na fração mineral primária. Tais observações não só sustentam que o manto de alteração é bastante evoluído, mas também sugerem que o menor conteúdo de argila na base do perfil pode estar relacionado a mecanismos de remoção dessa fração e não menor epigênese (VIANA, 1987). Essa

movimentação de frações estaria associada à dinâmica de circulação da água, indicando a possibilidade de que a maior acumulação de argila no domínio da vereda é um fator importante para a manutenção de uma camada impermeável (BOAVENTURA, 1978; 1981; MELO, 2008; AUGUSTIN *et al.*, 2009; Neves *et al.*, 2015).

### **3.2 Estudo das Coberturas Superficiais Através das Trincheiras**

O estudo das coberturas através das trincheiras buscou reconhecer o papel da pedogênese na interface entre a vertente vegetada pelo cerrado e a vereda. Considerando que os processos pedogenéticos tendem a transformar a porção superior do manto de alteração, formando a cobertura pedológica, tais processos podem influenciar na maneira como se comportam os fluxos hídricos na vertente e, por consequência, na gênese e evolução das veredas. Da mesma maneira, a dinâmica da vereda pode atuar como fator determinante para a evolução da cobertura pedológica, transformando-a.

Considerando as quatro trincheiras descritas (nomeadas de P1 a P4), a cobertura pedológica é caracterizada pela presença de Neossolos em toda a sequência, com diferenças morfológicas coincidentes com o contato entre o cerrado e a vereda (Figura 2). Essas diferenças morfológicas, sustentadas pelos dados analíticos que serão posteriormente apresentados, permitem considerar um compartimento NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico em toda a vertente (intitulado RQo) e um compartimento NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico no domínio da vereda (intitulado RYbd).

O compartimento RQo possui morfologia composta por um horizonte organomineral superficial (A), variando entre 13 e 18 cm, sotoposto por um horizonte mineral saprolítico, intitulado horizonte C e suas subdivisões (C1, C2, C3...). A vegetação que coloniza a cobertura pedológica nesse compartimento é predominantemente arbustiva e arbórea, com a presença de alguns cupinzeiros nos galhos das árvores. Entre os horizontes organomineral e saprolítico ocorre uma transição abrupta ondulada, ao passo que entre as subdivisões do horizonte saprolítico as transições são difusas e onduladas. Todos os horizontes são ligeiramente pegajosos e plásticos, além de macios quando seco e muito friáveis quando úmidos. Há muitas raízes finas no horizonte A, que se tornam mais escassas quando a profundidade aumenta. O mesmo acontece com frag-

mentos de carvão vegetal, mais abundantes no horizonte superior. A estrutura predominante é fraca, formando blocos ou grumos pequenos a médios no horizonte organomineral e blocos médios a grandes no horizonte saprolítico. Observa-se, também, estruturas laminares nas porções mais profundas do horizonte saprolítico, grande a média, com grau de desenvolvimento fraco. A cobertura pedológica no compartimento não apresenta pedregosidade ou rochiosidade.

O compartimento RYbd tem como perfil representativo a trincheira P4. A cobertura vegetal é essencialmente composta por gramíneas e arbustos, com alguns buritis mortos. A cobertura pedológica é formada por um horizonte organomineral superficial com aproximadamente 16 cm de espessura, de cor brunada, estrutura fraca de tamanho médio a pequeno e na forma de grumos e blocos. A consistência é dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa. Esse horizonte encontra-se sotoposto por um conjunto de camadas que foram nomeadas de horizonte C e suas subdivisões (C1, C2, C3 e C4). Diferentemente do compartimento situado na vertente, tais camadas não foram consideradas como subdivisões de um horizonte saprolítico, mas distintos níveis de deposição de sedimentos. O primeiro nível (do topo para a base da trincheira) é brunado (10YR4/1), possui pouca atividade biológica aparente e contém pequenos planos de estratificação cruzada orientadas no sentido do canal, para jusante. O segundo nível (C2) é menos escuro, com transição clara retilínea e também possui pequenos sinais de orientação dos grãos minerais no sentido do fluxo. O terceiro nível é mais escuro que os antecessores (10YR5/1) e se assemelha muito ao horizonte A em termos de cor e consistência. Sua estrutura, contudo, não caracteriza a presença de grumos, mas de pequenas placas orientadas na mesma direção dos planos observados em C1 e C2. O quarto e último nível, assemelha-se aos demais, principalmente ao nível C1.

Em termos da composição granulométrica (Tabela 2), ambos os compartimentos apresentam textura arenosa, incluindo as classes areia-franca e franco-arenosa. Considerando o compartimento RQo, a areia grossa ocorre ligeiramente em maior quantidade nas trincheiras P1 e P2. Em P3 há maior conteúdo de areia fina. Em decorrência disso, a relação AF/AG é  $< 1$  na alta e média vertente e  $> 1$  na baixa vertente. O comportamento ao longo dos horizontes evidencia aumento do conteúdo de areia fina no topo dos perfis, bem como a homogeneidade vertical dos valores sugere a inexistên-

cia de descontinuidades litológicas. Em se tratando do conteúdo de argila, os valores não excedem 20%, sendo semelhantes em toda a vertente. O conteúdo de silte é extremamente baixo, chegando a nulo no horizonte C1 em P3 (Tabela 2). O compartimento RYbd, por sua vez, apresenta maior conteúdo de areia grossa até aproximadamente 70 cm de profundidade, quando há uma inversão acompanhada pelo aumento da relação AG/AF. O conteúdo de silte é semelhante ao compartimento da vertente, enquanto os valores de argila são ligeiramente inferiores, sobretudo se comparados com P1.

Quimicamente, o compartimento RQo é semelhante verticalmente e lateralmente (Tabela 2). De maneira geral, toda a cobertura pedológica na vertente é ácida e distrófica. A densidade de bases trocáveis adsorvidas no complexo de troca é baixa, refletindo nos valores da  $CTC_{efetiva}(t)$ . Comparativamente, o aumento nos valores da  $CTC_{potencial}(T)$  indica que grande parte das cargas estão saturadas por alumínio, o que explica os altos valores de “m”. O conteúdo de matéria orgânica diminui com a profundidade e confirma a presença do horizonte organo-mineral no *topsoil*. Apenas o compartimento RYbd apresentou variações nos atributos em profundidade. A porção superior da cobertura sob o domínio da vereda não possui saturação por alumínio superior a 50% e possui maiores valores de saturação por bases, embora permaneça como distrófica (Tabela 2). Esse comportamento é acompanhado por anomalias internas no conteúdo de matéria orgânica. O horizonte C3 apresenta aumento considerável em relação aos demais, sugerindo ser um horizonte organo-mineral enterrado. As próprias similaridades macromorfológicas com o horizonte superficial A já apontavam para esse fato; confirmado pelas análises laboratoriais. Assim, parece prudente reconsiderar a morfologia da trincheira P4 com a sequência de horizontes A1 – C1 – 2C2 – 3A2 – 3C3, enfatizando que, mesmo após a atuação da pedogênese, a cobertura pedológica no domínio da vereda apresenta sinais de sua filiação com material de origem sedimentar.

Os difratogramas dos horizontes da cobertura pedológica nos dois compartimentos destacam a presença dos minerais: quartzo, caulinita e goethita (Figura 6). O quartzo ocorre como espécie mineral predominante e apresenta maior intensidade nos picos 101 a 3,34 Å e 100 a 4,25 Å. A caulinita apresentou picos mais bem definidos e com melhor reflexão na cobertura presente na vertente. A goethita permanece como mineral de

**Tabela 2: Atributos físicos e químicos dos horizontes descritos nos perfis dos dois compartimentos RQo (P1, P2 e P3) e RYbd (P4).**

Hor.	Prof. (cm)	Granulometria (%)				Relação AF/AG	Classe Text.	Cor Úmida	pH H <sub>2</sub> O	P <sup>+</sup> mg/dm <sup>3</sup> S/A	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> cmol/dm <sup>3</sup>	SB	t	T	V	m	MO dag/kg	
		AG	AFi	S	A																	
<b>COMPARTIMENTO RQo</b>																						
P1 – NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico																						
A	0-17	44	37	2	17	0,84	0,11	FA	10YR 5/2	4.68	3.7	6	0.09	0.06	0.78	5.5	0.17	0.95	6.67	3	82.1	1.77
C1	17-40	49	38	1	12	0,77	0,08	AF	10YR 6/2	4.62	2.9	1	0.06	0.04	0.49	4	0.1	0.59	4.1	2.4	83.1	0.63
C2	40-70+	46	16	2	16	0,34	0,12	FA	10YR 6/2	5.09	2.9	0	0.01	0.03	0.68	3.9	0.04	0.72	3.94	1	94.4	0.51
P2 – NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico																						
A	0-18	52	33	2	13	0,63	0,15	AF	10YR 5/1	5.66	4	5	0.01	0.05	0.49	4.8	0.07	0.56	4.87	1.4	87.5	1.14
C1	18-46	60	28	1	11	0,46	0,09	AF	10YR 5/1	5.29	3.6	1	0.02	0.04	0.49	4.7	0.06	0.55	4.76	1.3	89.1	0.76
C2	46-85+	55	31	3	11	0,56	0,27	AF	10YR 5/2	5	3	0	0.02	0.26	0.59	4.2	0.28	0.87	4.48	6.3	67.8	0.63
P3 – NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico																						
A	0-13	38	51	2	9	1,34	0,22	AF	10YR 6/1	4.83	3.7	5	0.11	0.05	0.49	4.5	0.17	0.66	4.67	3.6	74.2	0.63
C1	13-33	39	48	0	13	1,23	0,0	AF	10YR 6/1	4.71	3.1	1	0.02	0.03	0.49	3.7	0.05	0.54	3.75	1.3	90.7	0.63
C2	33-58	32	48	2	18	1,5	0,11	FA	10YR 6/1	5.37	2.9	0	0	0.03	0.49	3.7	0.03	0.52	3.73	0.8	94.2	0.51
C3	58-70+	37	41	3	19	1,10	0,15	FA	10YR 6/2	5.03	2.9	0	0.03	0.04	0.29	3.7	0.07	0.36	3.77	1.9	80.6	0.51
<b>COMPARTIMENTO RYbd</b>																						
P4 – NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico																						
A	0-16	48	36	2	14	0,75	0,14	FA	10YR 3/1	5.72	2.8	0	0.48	0.03	0.1	2.9	0.51	0.61	3.41	15	16.4	0.38
C1	16-34	42	41	4	13	0,97	0,30	FA	10YR 4/1	5.75	2.8	0	0.61	0.04	0.2	4.5	0.65	0.85	5.15	12.6	23.5	0.51
C2	34-57	50	38	2	10	0,76	0,20	AF	10YR 6/1	5.63	2.8	0	0.36	0.03	0.29	4	0.39	0.68	4.39	8.9	42.6	0.38
C3	57-72	48	33	4	15	0,68	0,26	FA	10YR 5/1	5.23	3.3	2	0.05	0.03	1.07	7.1	0.09	1.16	7.19	1.3	92.2	1.52
C4	72-80+	39	48	3	10	1,23	0,30	AF	10YR 4/1	5.48	3.1	1	0.08	0.03	0.29	5.2	0.11	0.04	5.31	2.1	72.5	0.38

Granulometria: AG (Areia Grossa); AFi (Areia Fina); S (Silte); A (Argila); AF/AG (Areia Fina / Areia Grossa); S/A (Silte / Argila)

Classe Textural: FA (Franco-Arenosa); AF (Areia Franca)

SB (Soma de Bases); t (CTC efetiva); T (CTC potencial); V (Saturação por Bases); m (Saturação por Alumínio); MO (Matéria Orgânica)

menor reflexão, tanto pela quantidade aparentemente restrita quanto pela boa difração dos demais minerais presentes, que acaba por obliterar seus picos.

Do ponto de vista micromorfológico, são apresentadas para o compartimento RQo as organizações micropedológicas nas profundidades 10, 30 e 70 cm, associadas, respectivamente, aos horizontes A, C1 e C2/ C3 (Figura 7). O horizonte superficial organo-mineral A (Figura 7 – P1, P2 e P3 a 10 cm) possui pedalidade moderada a fracamente desenvolvida, com blocos subangulares e grãos simples. Os agregados são formados por uma micromassa caulinitico-goethítica de coloração bruno-amarelada, bem como grãos de quartzo arredondados, milimétricos a decimétricos. Os grãos

grossos estão imersos na micromassa, caracterizando uma trama porfírica. No domínio dos grãos simples há pouca, ou nenhuma, micromassa associada. Quando ocorre, ela geralmente envolve e/ou conecta parte dos grãos, numa trama quito-gefurica pouco desenvolvida. Os poros ocorrem tanto entre agregados quanto entre grãos, caracterizando um sistema de empilhamento composto. São comuns rizofeições e restos de raízes, bem como canais esculpidos pelas mesmas. Dentre as feições pedológicas, destacam-se nódulos orgânicos de tamanho pequeno, arredondados e geralmente concentrados nas proximidades dos restos vegetais. De maneira geral, não são observadas diferenças significativas no horizonte organo-mineral ao longo da vertente.

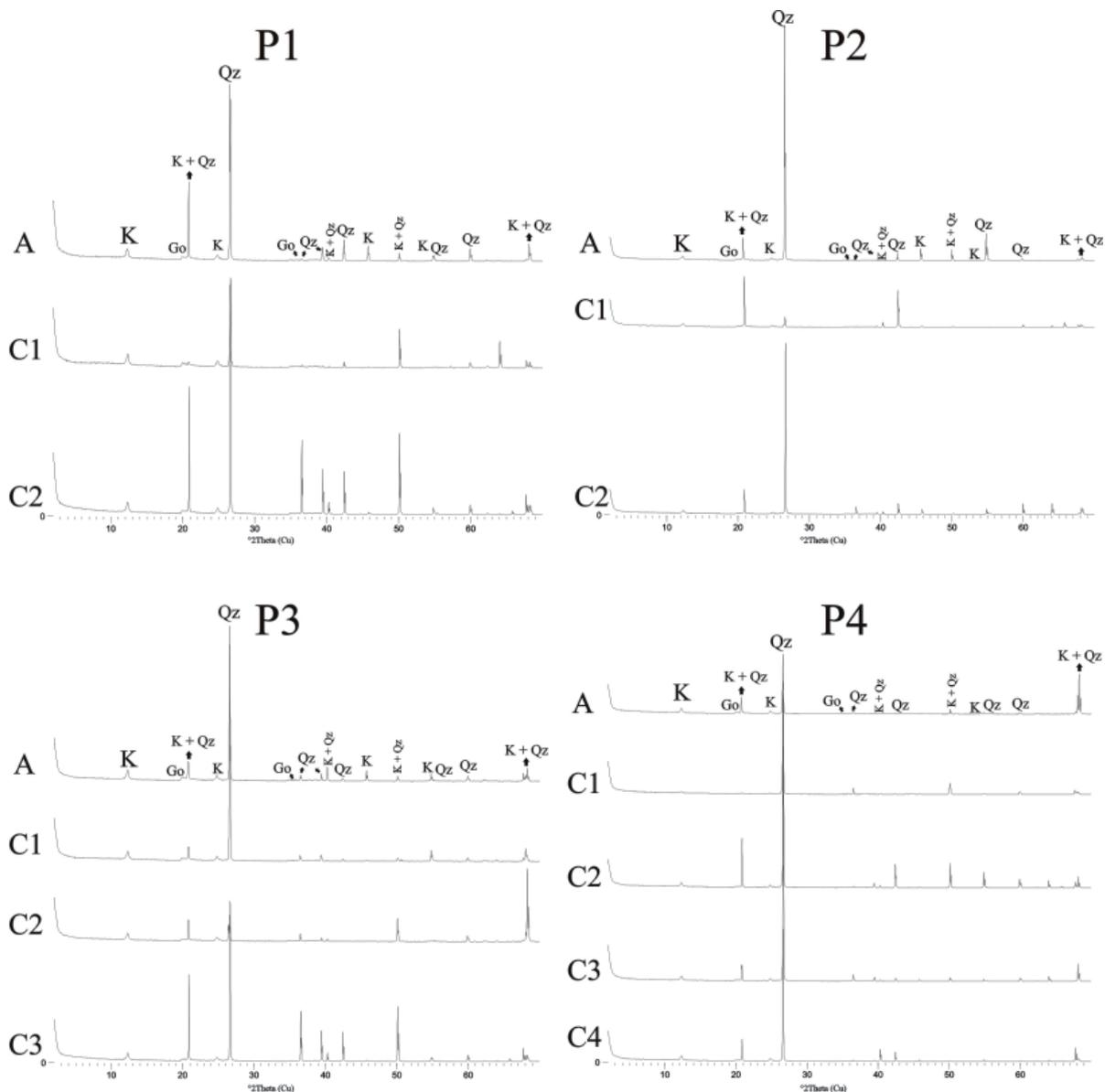


Figura 6 – Mineralogia, por Difração de Raios-X (DRX), dos horizontes dos perfis P1, P2, P3 e P4. K = caulinita; Qz = quartzo; Go = goethita.

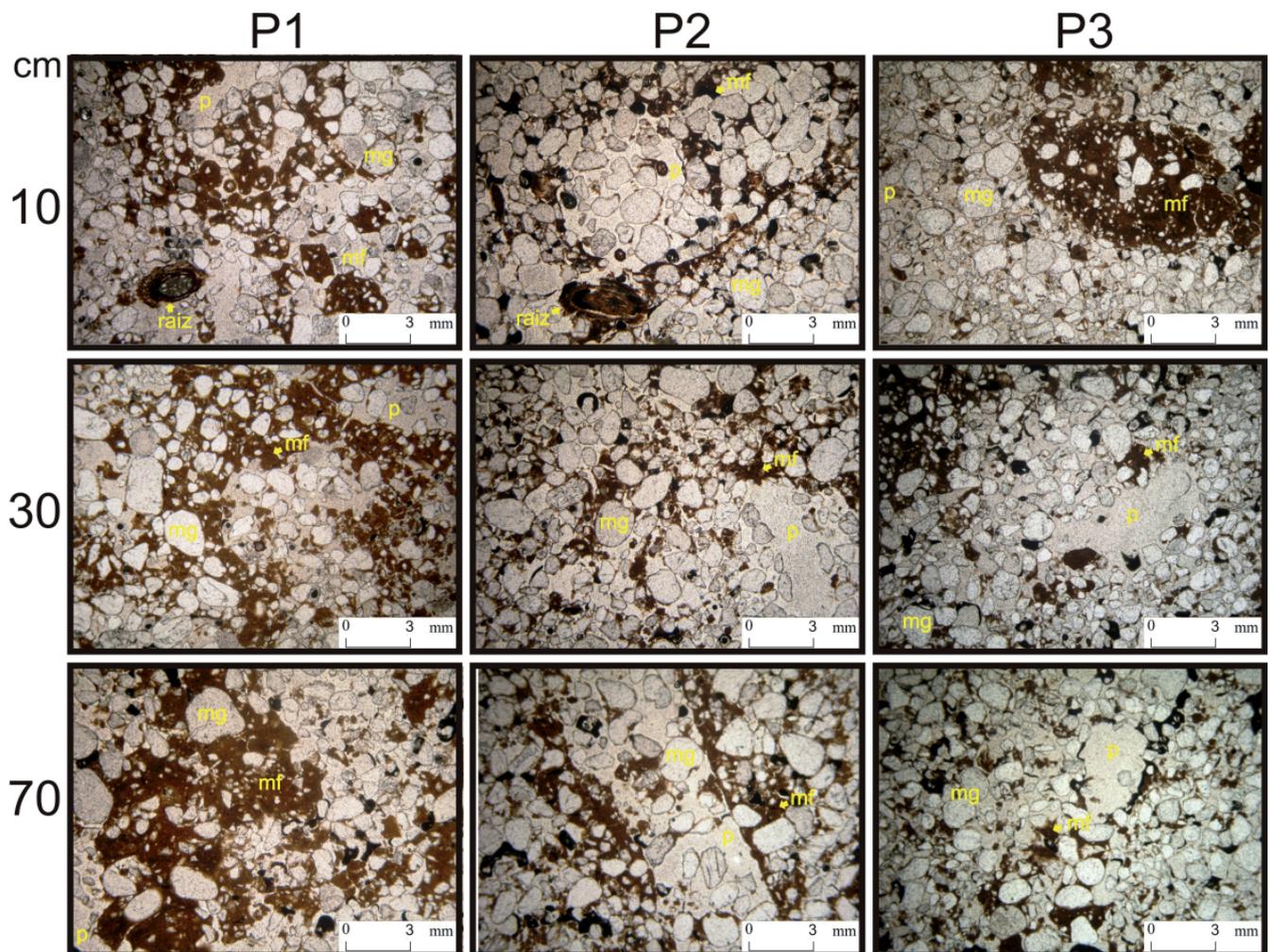


Figura 7 – Fotomicrografias (em luz plana) dos perfis P1, P2 e P3 (Compartimento RQo) nas profundidades 10, 30 e 70 cm. mf = material fino (micromassa), mg = material grosso, p = poro.

Na profundidade de 30 cm (Figura 7 - P1, P2 e P3 a 30 cm), correspondente ao horizonte C1 dos perfis, a pedalidade é fracamente desenvolvida, com agregados relativamente mais bem separados na alta vertente. Tal como no horizonte superior, os agregados são formados por uma micromassa caolinítico-goethítica de coloração marrom-avermelhada, com grãos grossos arredondados evidenciando a natureza eólica do material de origem. Os poros são de empacotamento complexo, ocorrendo, também, poros alongados e de formato elipsoidal. Tal como os domínios de grãos simples, estes poros são mais comuns na baixa vertente. A distribuição relativa entre os constituintes grosseiros e finos em P1 é do tipo porfírica, semelhante ao horizonte A, com tendência ao predomínio da trama quito-gefúrica no sentido da baixa vertente (P2 e P3).

Micromorfológicamente, a maior profundidade

descrita (Figura 7 - P1, P2 e P3 a 70 cm) confirma as diferenças entre os perfis localizados na alta vertente e aqueles situados na base, isto é, em direção à vereda. Enquanto em P1 permanece uma pedalidade fracamente desenvolvida caracterizada por agregados pouco separados entre si, mas com presença de uma micromassa em associação com grãos minerais numa trama porfírica, os perfis P2 e P3 destacam, respectivamente, a menor presença da micromassa e o aumento dos grãos simples. Embora não caracterizem uma trama mônica típica, há uma perceptível redução do espaço da lâmina ocupado pelos constituintes finos, formando pontes e revestimentos entre o quartzo arredondado. Essa modificação na distribuição relativa do fundo matricial é acompanhada pela presença de feições de depleção no interior da micromassa, caracterizadas pela presença de zonas mais de coloração mais clara. Conforme Stoops

(2003) é comum tais feições estarem associadas à perda de material fino por lessivagem.

No compartimento RYbd foram caracterizadas as organizações micropedológicas nas mesmas profundidades dos perfis na vertente, e adicionalmente a 80 cm (Figura 8). No *topsoil*, o horizonte organomineral possui pedalidade fracamente desenvolvida, com um fundo matricial constituído por uma micromassa caolínica-goethítica e materiais finos orgânicos, o que atribui uma coloração bruno-avermelhado-forte (Figura 8a). Os grãos minerais são, a exemplo da vertente, quartzo arredondado, grosso a fino. É comum a ocorrência de um adensamento do fundo matricial no entorno de raízes provocado pela atuação mecânica dessas. Por isso, além de um sistema poroso de empacotamento complexo, há também cavidades esculpidas pela atividade pedobiológica. Nódulos orgânicos são as feições pedológicas mais comuns. As demais profundidades (30, 70 e 80 cm) são micromorfologicamente muito semelhantes e destacam-se por serem apédicas com uma progressiva redução em profundidade do espaço da lâmina ocupado pela micromassa (Figuras 8b, 8d, 8e, 8f). Zonas de material grosso isolado, sem argila associada (trama mônica) ou constituindo pontes e revestimentos (quito-gefurica) parecem ter sua origem relacionada à remoção da micromassa, transformando uma distribuição porfírica previamente existente. No interior das zonas porfíricas residuais,

a micromassa apresenta variações na limpidez, com porções mais claras (Figura 8c). Com essa remoção dos constituintes finos, a porosidade aumenta, tornando-se, principalmente de empacotamentos simples. Por vezes a remoção parece mobilizar inclusive os grãos minerais, principalmente aqueles de granulometria areia fina, já que nessas porções da lâmina há um enriquecimento relativo de grãos de areia grossa em comparação com os horizontes superiores (A).

Dessa maneira, e considerando ainda os resultados em conjunto, a geocobertura evidencia uma íntima relação com a evolução geomorfológica. Os dois compartimentos identificados são, em termos taxonômicos, muito semelhantes. Cada domínio, o da vertente e o da vereda, possui um compartimento pedológico que traduz o conjunto de processos que lhes são particulares. Contudo, quando considerados os atributos desses compartimentos, fica claro que a vertente e a vereda cooperam para na pedogênese uma da outra. A vertente é a principal fonte de material para a formação da geocobertura observada na vereda. A presença de horizontes orgânicos enterrados e de uma morfologia muito próxima ao pacote sedimentar faz com que a formação da cobertura pedológica na vereda se dê a partir da dinâmica de remobilização da cobertura na vertente. Da mesma maneira, a remobilização desses materiais na vertente, sobretudo subsuperficialmente,

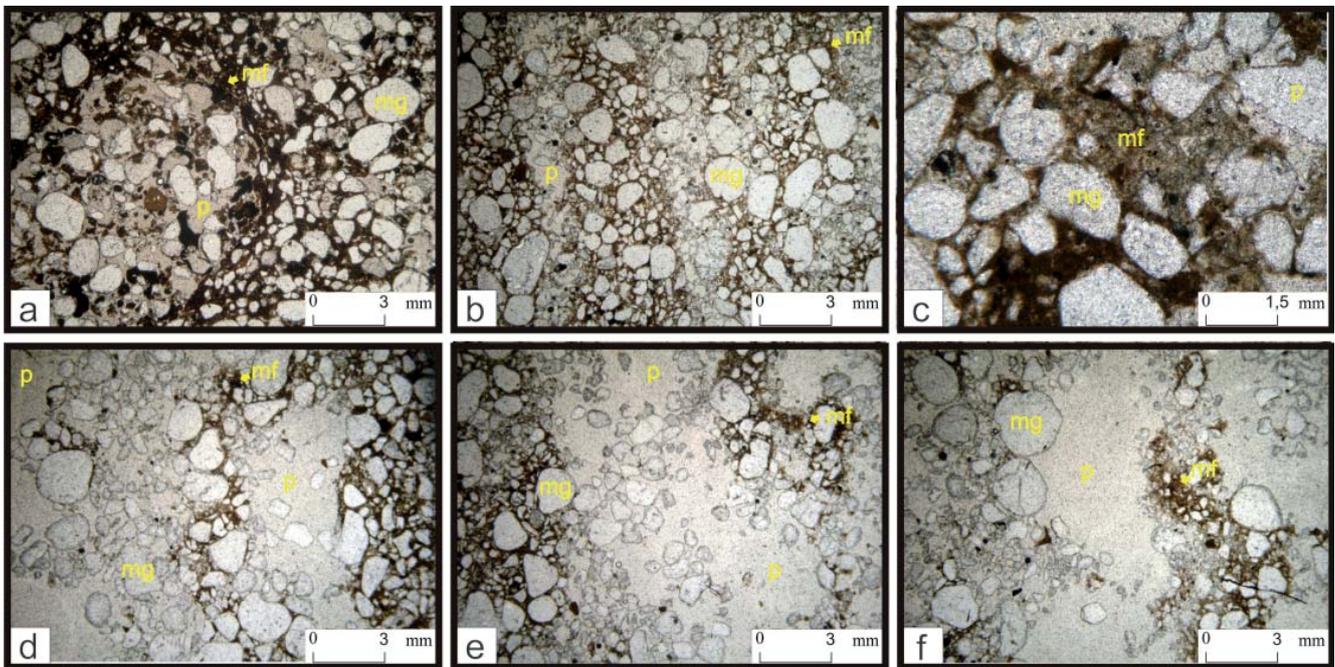


Figura 8 – Fotomicrografias (em luz plana) do perfil P4 (Compartimento RYbd) nas profundidades 10 cm (a), 30 cm (b, c), 70 cm (d, e) e 80 cm (f). mf = material fino (micromassa), mg = material grosso, p = poro

não está desconectada da dinâmica da vereda.

Em toda a geocobertura na vertente, sobretudo das porções média e baixa, foram observadas atributos e feições que denunciam uma remoção da fração argila na base dos perfis. Essa remoção, mesmo que sutil, é concordante com o que foi observado através das tradagens. Assim, em termos microscópicos, é possível analisar na escala do solo o que foi observado macroscopicamente pelos dados texturais na escala de todo o regolito. Essa remoção de constituintes finos não só altera as propriedades da geocobertura, como também pode ser responsável pela formação de camadas impermeáveis fundamentais para a formação e manutenção das veredas. Não se pode afirmar diretamente que essa remoção é a única responsável pela gênese de tais camadas impermeáveis, considerando que até mesmo variações granulométricas e litoestruturais nos arenitos do Grupo Urucui podem cumprir esse papel, mas é tácito supor que uma vez formada, a vereda tem um papel ativo na evolução da geocobertura na vertente, tanto em sistemas latossólicos (LIMA, 1996; BISPO *et al.*, 2011) quando, no caso desse estudo, em áreas de rochas siliciclásticas.

#### **4. Considerações Finais**

Os resultados permitem considerar que a vertente e a vereda estão intimamente associadas e que essa relação pode ser compreendida a partir do estudo de suas geocoberturas.

A alteração intempérica das rochas siliciclásticas, a dinâmica do escoamento superficial e subsuperficial, a formação de estruturas pedológicas pela atuação de agentes pedobiológicos e do nível freático, além da dinâmica de sedimentação são processos que atuam na evolução do regolito e que, da mesma maneira, são fundamentais para a evolução da vereda enquanto geo-ecossistema do bioma cerrado.

Dentre os processos de maior importância na gênese e evolução das coberturas na área de estudo está a remobilização de materiais da vertente para o domínio da vereda, tanto grosseiros quanto finos. Quando essa remobilização é motivada pelo fluxo superficial, os constituintes depositados no domínio da vereda encontram um ambiente com fluxo lântico. Assim são formadas as coberturas com organização morfológica típica de pacotes sedimentares, cuja pedogênese incipiente se caracteriza, principalmente, pela incorporação de matéria

orgânica nos sedimentos arenosos e posterior soterramentos dos horizontes organo-minerais pela chegada de novos materiais da vertente. Quando a dinâmica do nível freático e/ou escoamento subsuperficial é responsável pela remoção de constituintes (sobretudo no contato com a zona saturada), a translocação de partículas finas parece contribuir com o enriquecimento absoluto de argila no domínio da vereda e, da mesma maneira, com o enriquecimento relativo em areia na vertente. Essa areia, que ocorre tanto de granulometria fina quanto grossa, parece estar sendo reorganizada pela influência do nível freático, constituindo estruturas placoidais. Ao contrário, sob influência da atividade pedobiológica na vertente, são formadas estruturas em blocos.

Novos estudos da dinâmica hidrogeomorfológica devem ser realizados para compreender com clareza o comportamento dos fluxos e, conseqüentemente, elucidar os processos e mecanismos que atuam na gênese do modelado em áreas de rochas siliciclásticas com veredas, sobretudo com ênfase no desenvolvimento da rede de drenagem.

#### **Agradecimentos**

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) (CRA-APQ 0221-12) e à Pro-Reitoria de Pesquisa da UFMG (Programa Doutores Recém Contratados) pelo apoio financeiro; ao Sr. João Roberto Oliveira, gerente do Parque Estadual Veredas do Peruaçu, pelo apoio logístico sem o qual este trabalho não teria sido realizado e ao Instituto Estadual de Florestas, pela autorização para a pesquisa.

#### **Referências Bibliográficas**

- AMARAL, A. F. **Estrutura comunitária da vegetação, em uma seção transversal de vereda da reserva vegetal do CCPIU**. 1999. 54f. Monografia Bacharelado em Biologia - Universidade Federal de Uberlândia: UFU, Uberlândia, 1999.
- AUGUSTIN, C.H.R.R.; MELO, D.R.; ARANHA, P.R. Aspectos geomorfológicos de veredas: um ecossistema do bioma do cerrado. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 10(1), 103-114, 2009.
- AUGUSTIN, C.H.R.R. **Análise do escoamento superficial e subsuperficial: entendendo a dinâmica de corpos hídricos em áreas de rochas siliciclásticas**. Projeto de Pesquisa (APQ-01652-09) apresentado e financiado pela FAPEMIG, 2009. 30p.

- AUGUSTIN, C.H.R.R. **Geodinâmica superficial e subsuperficial no domínio das veredas: estudo de caso no Parque Estadual Veredas do Peruaçu-MG**. Projeto de Pesquisa (CRA-APQ-02211012) apresentado e financiado pela FAPEMIG, 2012. 27p.
- AUGUSTIN, C.H.R.R.; MAIA-RODRIGUES, B.H. **Geomorphic and geologic influences in a tropical semi-humid climate ecosystem**. In: Proceedings of The American Geophysics Union Fall Meeting (AGU). San Francisco, 2012. 1p.
- BISPO, F.H.A.; SILVA, A.C.; VIDAL TORRADO, P.; SOUZA JUNIOR, V.S. Highlands of the Upper Jequitinhonha Valley, Brazil. II – Mineralogy, Micromorphology, and Landscape Evolution. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 35, p. 1081-1091, 2011.
- BOAVENTURA, R.S. Características geomorfológicas. In: FUNDAÇÃO CENTROTECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. **Plano de Desenvolvimento Integrado do Noroeste Mineiro, 2: Recursos Naturais**. Belo Horizonte: CETEC, 1981.
- BOAVENTURA, R.S. Preservação das veredas: síntese. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO RELAÇÃO SER HUMANO-AMBIENTE, 2, 1998, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte. FUMEC, 1998, p.109-118.
- BOAVENTURA, R. S. Contribuição ao estudo sobre a evolução das veredas. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 3., 1978, Fortaleza. **Anais...**, Fortaleza: AGB/UFC, 1978.
- BOAVENTURA, R. S. Contribuição ao estudo sobre a evolução das veredas. In: **2º Plano de Desenvolvimento Integrado do Noroeste Mineiro: Recursos Naturais**. Belo Horizonte, CETEC. Apêndice A, 1981.
- BOAVENTURA, R.S. **Vereda: berço das águas**. 1. ed. Belo Horizonte: Ecodinâmica, 2007. 264p.
- BRINDLEY, G.W.; BROWN, G. **Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-ray Identification** (Monograph 5). Min. Soc., London. 1980. 495p.
- CORRÊA, G.F. **Les microreliefs “Murundus” et leur environnement pedologique dans l’Oest Du Minas Gerais: reion Du Plateau Central Bresilien**. France, 1989. p. 14-15. These (Docteur) – L’Université de Nancy I. France, 1989.
- DEFELIPO, B.V.; RIBEIRO, A.C. **Análise química de solo** (metodologia). Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1981. 17p
- DELVIGNE, J.E., **Atlas of Micromorphology of Mineral Alteration and Weathering**, 3 ed. Canadian Mineralogist Special Publication, 2008. 509p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro**. Rio de Janeiro: Boletim de pesquisa 1, 1982. 526 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal**. Rio de Janeiro: Boletim de pesquisa 53, 1978. 455p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de Análises de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2013. 420p.
- FILIZOLA, H.F.; GOMES, M.A. 2004. Coleta e Impregnação de Solos para Análise Micromorfológica. In: COMUNICADO TÉCNICO. Jaguariúna (SP): EMBRAPA, 2004.
- FITZPATRICK, E.A. **Soil microscopy and micromorphology**. New York: John Wiley & Sons, 1993. 304p.
- IGLESIAS, M.; UHLEIN, A. Estratigrafia do Grupo Bambuí e coberturas fanerozóicas no vale do rio São Francisco, norte de Minas Gerais. **Revista Geonomos**, v. 39:2, p. 256-266, 2009.
- LARIZZATTI, J. H.; OLIVEIRA, S. M. B. Evolução geoquímica e balanço de massa na formação e degradação de perfis lateríticos encouraçados na área da Fazenda Pison, Vale do Rio Tapajós, Amazônia Central. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 35:2, p. 273-284, 2005.
- LEMOS, R.C. de; SANTOS, R.D.; dos; SANTOS, H.G. dos; KER, J.C.; dos ANJOS, L.H.C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2013. 100p.
- LIMA, S.C. **As veredas do Ribeirão Panga no Triângulo Mineiro e a evolução da paisagem**. 1996. 260f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.
- LIMA, S.C.; SILVEIRA, F. P. A preservação das veredas para a manutenção do equilíbrio hidrológico dos cursos d’água. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS SOBRE O MEIO AMBIENTE, 3, 1991, Londrina. **Anais...** Londrina, PR, 1991, v.1, p. 204-218.

- LUCENA, U.P. de. **Caracterização das coberturas superficiais de duas vertentes de um sistema flúvio-lacustre, na bacia do Rio Peruaçu, Minas Gerais.** 2013. 64f. Monografia de Conclusão de Curso de Geografia., Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 2013.
- MAIA-RODRIGUES, B.H.: **Análise da dinâmica de evolução do relevo e das condições geomorfológicas de bacias hidrográficas da margem esquerda do rio São Francisco - norte de Minas Gerais.** 2012. 114f. Dissertação de Mestrado - Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte – MG, 2012.
- MELO, D.R. de. **Contribuição ao estudo geomorfológico de veredas: região de Pirapora, MG.** 1978. 48f. Monografia de Conclusão de Curso em Geografia - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1978.
- MELO, D.R. de. **As veredas nos planaltos do Noroeste Mineiro: caracterizações pedológicas e os aspectos morfológicos e evolutivos.** 1992, 218f. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de São Paulo, UNESP, Rio Claro, SP, 1992.
- MELO, D.R. de. **Evolução das veredas sob impactos ambientais nos geossistemas planaltos de Buritizeiro/MG.** 2008. 341f. Tese de Doutorado – Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- MUNSELL. **Soil Color Charts.** Maryland: Munsell Company, s/p. 1994.
- NAHON, D. B. Evolution of iron crust in tropical landscape. In: COLEMAN, S. M.; DETHIER, D. P. (Eds.). **Rates of chemical weathering of rocks and minerals.** London: Academic Press, p. 169-191, 1986.
- NAHON, D.B. **Introduction to the petrology of soils and chemical weathering.** New York: John Wiley and Sons, 1991. 313p.
- NEVES, W.V.; AUGUSTIN, C.H.R.R.; ARANHA, P.R.A.; OLIVEIRA, F.S. Mecanismos da dinâmica hidrogeomorfológica em bacia de drenagem ocupada por vereda, norte de Minas Gerais. **Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, XVI**, v. 4:3, Ed. Especial 2, p. 394-401, 2015.
- NOVAES FILHO, J.P.; COUTO, E.G.; RODRIGUES, L.C.M.; CHIG, L.A.; JOHNSON, M.S. Indicativos de descontinuidade litológica de regolitos derivados de granitos em uma microbacia sob floresta Amazônica, em Juruena – MT. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36:2, p. 317-324, 2012.
- PILÓ, L.B.; RUBBIOLI, E. L. 2002. Cavernas do Vale do Rio Peruaçu (Januária e Itacarambi), MG - Obra-prima de carste brasileiro. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. L. C. (Edits.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil.** Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), 2002. v. 1, p. 453-460. Disponível em: <<http://sigep.cprm.gov.br/sitio017/sitio017.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2012.
- RODET, J.; RODET, M.J.; WILLEMS, L.; POUCKET, A. **Abordagem geomorfológica da bacia do rio Peruaçu e implicações georquológicas.** Arquivos do Museu de Historia Natural da UFMG, v. 19, p. 75-103, 2009.
- STOOPS, G. **Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections.** Madison, Wisconsin, USA. Soil Science Society of America, Inc. 2003. 181p.
- TARDY, Y. **Pétrologie des latérites et des sols tropicaux.** Paris: Masson, 1993. 535p.
- KELLOGG, C. E. **Development and Significance of the Great Soil Groups of the United States.** Miscellaneous Publication no. 229. Washington, DC, US Department of Agriculture, US Government Printing Office. 1936.
- KUZILA, M.S. Identification of multiple loess units within modern soils of Clay County, Nebraska. **Geoderma**, 65, p. 45-57, 1995.
- KARATHANASIS, A.D.; MACNEAL, B.R. Evaluation of parent material uniformity criteria in loess-influenced soils of west-central Kentucky. **Geoderma**, 64, p. 73-92, 1994.
- VIANA, M. B. **Programa de preservação de veredas na área de influência da UHE de Miranda.** Monografia do Curso de Especialização em Análise Ambiental. 1987. 25f. Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG. 1987.
- VIOTTI, R.B. **Estudo da infiltração em solos arenosos como contribuição para o entendimento da dinâmica hidrológica em áreas de veredas, alto Peruaçu-MG.** 2013. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2013.
- Acrescentar: VIOTTI, R.B; AUGUSTIN, C.H.R.R. **Infiltração da água no escoamento de solos arenosos como contribuição para o entendimento da dinâmica hidrológica em área de veredas, Peruaçu, MG.** Equador, v. 4:3, Ed. Especial 2, p. 410-417, 2015.