



Caracterização Pedológica de Feições Lineares em Perfis de Alteração no Platô Moeda – Quadrilátero Ferrífero – MG⁽¹⁾.

Lílian Coeli Leite da Silva⁽²⁾ Wallace Sá de Almeida Júnior⁽³⁾; ; Jaqueline Freitas dos Santos⁽⁴⁾; Fábio Soares de Oliveira⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

⁽²⁾ Estudante da pós-graduação - mestrado; Universidade Federal de Minas Gerais; Belo Horizonte, Minas Gerais. liliancoeli@gmail.com; ⁽³⁾ Estudante da graduação; Universidade Federal de Minas Gerais; ⁽⁴⁾ Estudante da graduação; Universidade Federal de Minas Gerais; ⁽⁵⁾ Professor Adjunto I; Universidade Federal de Minas Gerais.

RESUMO: Este trabalho consiste da caracterização pedológica de feições lineares em perfis de alteração situados no Platô Moeda que integra o Quadrilátero Ferrífero – MG. Seu objetivo foi o de produzir dados favoráveis à elucidação do significado genético destas feições. Sua realização exigiu revisão bibliográfica, uma campanha de campo, na qual foram realizadas a descrição macromorfológica do perfil e a coleta de amostras tanto das feições como da matriz que as envolve para análise micromorfológica. As amostras foram submetidas a análises granulométricas e mineralógicas. A micromorfologia foi verificada mediante o emprego de microscópio petrográfico. Embora insuficientes ao desvelamento do significado genético das feições lineares, os dados produzidos neste trabalho possibilitaram, além de uma melhor compreensão da estrutura e constituição das feições, o descarte de algumas hipóteses relativas aos seus processos de formação.

Termos de indexação: Mantos de Alteração. Macromorfologia. Micromorfologia.

INTRODUÇÃO

Localizado na porção centro-sudeste de Minas Gerais, o Quadrilátero Ferrífero é uma região complexa cujas formas de relevo resultam de uma grande quantidade de processos e agentes. Portanto, a compreensão desta região exige estudos oriundos de diferentes áreas do conhecimento e fundamentados por perspectivas diversas. Embora os conhecimentos referentes aos fatores litoestruturais mereçam destaque no que concerne ao entendimento dos processos de formação da paisagem regional, esta pode ser mais bem compreendida se associada à pedogeomorfologia (Ruchkys, 2007).

Conforme Queiroz Neto (2010), solos e relevos evoluem concomitantemente. Lepsch (2011) argumenta que os solos encerram registros dessa evolução, tanto no que diz respeito a seus aspectos macromorfológicos, como em seus atributos físicos, químicos e mineralógicos. Logo, produzir

conhecimentos sobre a gênese dos solos significa contribuir para uma melhor compreensão dos aspectos geomorfológicos e paisagísticos.

No Platô do Sinclinal Moeda, inserido no Quadrilátero Ferrífero, localiza-se o bairro Jardim Canadá, que integra o município de Nova Lima em Minas Gerais. Este bairro é cortado pela rodovia BR-040 que liga Belo Horizonte ao Rio de Janeiro. Às margens desta rodovia, um corte na estrada expõe perfis de alteração com características bastante peculiares. Espessas, fissuradas e avermelhadas, as coberturas em questão contêm feições lineares que se entrecruzam, formando, por vezes, figuras trapezoidais (Medina et al., 2005).

O objetivo central deste estudo foi caracterizar física e mineralogicamente tais feições, buscando contribuir para a elucidação de sua gênese e favorecendo o entendimento de suas implicações pedológicas e geomorfológicas. A geração de tais informações tem o potencial de auxiliar na compreensão das conexões entre a cobertura superficial que contém tais feições e o contexto evolutivo da morfologia da região em que elas ocorrem. Compreender melhor esta região possibilita pensar sua organização, uso e ocupação de maneira racional e sustentável.

MATERIAL E MÉTODOS

A elaboração desta pesquisa exigiu, além de uma revisão bibliográfica, a realização de uma campanha de campo na qual foram realizadas descrições macromorfológicas e coleta de amostras indeformadas. Essa etapa levou em consideração a descrição de atributos como cor conforme a caderneta de Munsell, consistência (seca, úmida e molhada), agregação (tipos, tamanho e grau de evolução), presença de eventuais nódulos, raízes, etc. Tais atributos foram referenciados conforme propostas em Santos et al. (2005). Em campo coletou-se: i) amostras deformadas e indeformadas das feições em estudo e, ii) amostras deformadas do material entre as feições.

Com o material amostrado produziu-se Terra Fina Seca ao Ar (TFSA), que foi enviada ao

laboratório onde se realizaram análises mineralógica (Difratometria de Raios-X) e física (granulométrica). Essa foi realizada a partir da dispersão química e física de porções do material amostrado que, posteriormente, foram submetidas à sedimentação e pipetagem (Método da Pipeta), conforme Embrapa (1997). Amostras pulverizadas foram lidas em Difratômetro X'Pert Panalytical com radiação de $\text{CuK}\alpha$, no intervalo de 2 a 70° na fração pó total. A velocidade de leitura foi de $0,6^\circ/\text{min}$. Os difratogramas foram interpretados no *software* X'Pert HighScore Plus.

As amostras indeformadas também foram secas ao ar, enviadas para impregnação e confecção de lâminas delgadas e polidas. Na caracterização micromorfológica, as seções delgadas foram descritas e fotografadas em microscópio petrográfico, sendo a análise dos constituintes e de seus atributos feita conforme preceitos de Stoops (2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Amostras das feições lineares apresentaram coloração 10R 3/4 (vermelho muito escuro) quando úmidas e cor 2,5 YR 3/6 (vermelho escuro) quando secas. Estes mesmos resultados foram verificados no material que envolve as feições lineares (matriz). Amostras das feições apresentaram consistência dura quando secas, firme quando úmidas, plástica e pegajosa quando molhada. O material amostrado da matriz apresentou consistência ligeiramente dura quando seca, friável quando úmida, plástica e pegajosa quando molhada.

As análises granulométricas indicaram que as feições lineares são constituídas por 51,64% de argila, 5,4% de areia e 42,95% de silte e, provavelmente, pseudosilte. A presença de pseudosilte é, *a priori*, um bom indicador de que as feições lineares constituem materiais argilosos tão fortemente agregados que sua dispersão simples não é possível. A análise granulométrica da matriz revelou sua natureza igualmente argilosa, pois, é constituída por 78% de argila, 6% de areia e 16% de silte.

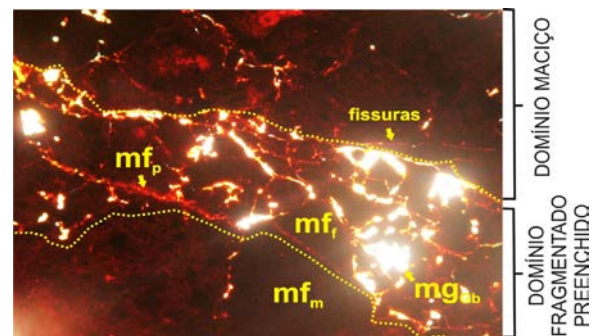
Os resultados da DRX revelaram a presença de Hematita, Gibbsita e Caulinita tanto nas amostras das feições lineares quanto da matriz. A presença de argilas oxidicas indicam o alto grau de intemperismo sofrido pelo perfil de alteração e ajudam a explicar a forte coesão apresentada pelas partículas das feições lineares. Não se verificou a ocorrência de quartzo nas amostras.

A caracterização micromorfológica das feições lineares comprovou a mineralogia verificada através da DRX assim como o aspecto argiloso apresentado

macromorfológicamente. Em nível microscópico verificou-se uma massa avermelhada muito escura (micromassa), de composição caulinito-gibbsso-hematítica, sendo esse último mineral responsável por sua cor. A porosidade é incipiente e ocorre na forma de fraturas lineares transpassando a massa argilosa, além de cavidades levemente preenchidas por um material avermelhado mais claro. Essas cavidades são desconectadas e possuem formato irregular. Os materiais grosseiros ocorrem associados com a micromassa na forma de cristais de gibbsita, variando de tamanho silte até areia fina. Internamente, em algumas porções em que ocorrem esses macrocristais de gibbsita, é possível perceber também fragmentos residuais de outro mineral, num primeiro momento sugerindo ser o material de origem da própria gibbsita (plagioclásio?). Caso seja realmente a fonte para a geração dos hidróxidos de alumínio, a alteração desse mineral parece ocorrer por alitização, considerando que há um contato abrupto entre ele e os cristais neoformados.

Considerando as relações entre o material fino, o material grosso e os poros, constituintes do fundo matricial, dois domínios em termos da microestrutura foram observados (**Figura 1**). O primeiro caracteriza-se por uma microestrutura maciça, não pédica, formado quase exclusivamente pela micromassa, sem os referidos cristais grosseiros de gibbsita. O segundo domínio, por sua vez, ocorre com uma micromassa fragmentada, variando de fragmentos angulosos a sub-arredondados, de diversos tamanhos, com os poros parcialmente ou totalmente preenchidos por gibbsita, ou ainda por um material límpido, de coloração vermelho-clara. Poucos são os poros que possuem apenas as bordas preenchidas, formando cristalárias típicas.

Figura 1 – Fotomicrografia evidenciando os dois domínios microestruturais.



Legenda: mf_m – material fino (micromassa) maciça; mf_f = micromassa fragmentada; mf_p = material fino preenchendo fissuras e mg_{gb} = material grosseiro formado por cristais de gibbsita



preenchendo poros.

A realização deste estudo suscitou questionamentos: estariam as feições associadas à pseudomorfose de alguma estrutura do substrato litológico? Seriam elas feições associadas à neotectônica operante sobre o manto de alteração? Tratar-se-iam de intrusões com maior grau de resistência e, por isso, destacadas no perfil? Seriam feições provenientes da iluviação de argilas ao longo de condicionantes estruturais, como fraturas e, por isso, relacionadas à dinâmica físico-hídrica? Algumas destas hipóteses forma descartadas.

Em termos mineralógicos, granulométricos e, de alguma maneira, macromorfológicos (cor), as feições são semelhantes e constituídas pelo mesmo material que as envolve, a matriz. Isso desperta para o fato de que as principais diferenças estão em nível da organização estrutural. Fica refutada a hipótese de se tratarem estritamente de feições de iluviação de argila, considerando que não representam, texturalmente, maior acumulação dessa fração e que, em termos micromorfológicos, não foram observadas feições pedológicas que caracterizassem essa gênese, como cutãs argilosos típicos revestindo poros. A possibilidade de gênese dessas feições por mecanismos de migração de alguns constituintes não deve ser descartada. As hipóteses de pseudomorfização de estruturas dos itabiritos dolomíticos ou de veios (intrusões de materiais), foram, igualmente, enfraquecidas, pois do contrário as feições lineares deveriam apresentar algo em sua constituição que as diferenciasses da matriz.

Considerando que o material de origem das mesmas seriam os sedimentos argilosos preenchendo feições doliniformes típicas da área (Varajão et al., 1990), após a deposição da bacia argílica pode ter ocorrido a cimentação desse material, tal como reportado em outros depósitos argilosos no Quadrilátero Ferrífero, constituindo uma fácies argila vermelha cimentada, formada majoritariamente por caulinita, hematita e gibbsita (o conteúdo de quartzo nesse material é variável e pode até não ocorrer, como no caso estudado). Esse material teria como fonte os mantos de alteração das próprias rochas do entorno, sobretudo aquelas situadas estratigraficamente na porção superior às rochas expostas na atualidade. A trajetória evolutiva dessa fácies argila vermelha cimentada é, em nosso entendimento, a chave para a gênese dessas feições.

Micromorfológicamente, está evidente dois domínios microestruturas nas feições. A relação

genética entre o domínio maciço, sem macrocristais de gibbsita, e o domínio fragmentado (agregado?), com macrocristais de gibbsita, sugere que o primeiro se transformou no segundo através da abertura da micromassa. Observada a relação entre ambos, verifica-se que os fragmentos são, na verdade, o produto da fragmentação do nível maciço, com posterior nodulação desses fragmentos e formação de agregados mais arredondados. Esses fragmentos e nódulos não estão soltos, porque no espaço interagregados ocorre o preenchimento pelos cristais de gibbsita. Esse preenchimento é quase completo, ficando apenas alguns poros fissurais vazios e parece ser o principal motivo que levou à cimentação do material. Explica-se.

Dentre as transformações da fácies argila vermelha cimentada, vinculadas à atuação dos processos pedogenéticos, está a desestabilização de minerais argilosos das porções superiores do perfil em virtude da entrada de matéria orgânica no sistema. Essa desestabilização pode ter conduzido à migração do alumínio (e ferro) das porções superiores para aquelas inferiores, processo esse conhecido como enriquecimento absoluto por migração vertical e lateral (Nahon, 1986; 1991; Tardy, 1993; Larizzatti & Oliveira, 2005). O alumínio tende a migrar ao longo dos caminhos preferências de fluxo hídrico e sua reprecipitação pode ocorrer tão logo sejam atenuadas as condições ácidas geradas pela matéria orgânica, marcando essas zonas de circulação. O ferro, ao contrário, pode migrar para maiores distâncias, desde que permaneça solúvel na forma de Fe^{2+} . Assim, em setores mais profundos da cobertura, pode ocorrer a neoformação da gibbsita em espaços porosos, constituindo revestimentos cristalíticos (cristalárias), ou preenchimentos totais. Em setores mais distantes da paisagem pode ocorrer a formação de concreções ferruginosas, com solos plínticos e petroplínticos, sobretudo em áreas de baixada. Com a exposição da cobertura (intervenções antrópicas), a erosão diferencial entre as porções com e sem os poros revestidos por gibbsita destaca as feições lineares no perfil.

CONCLUSÕES

Em se tratando das relações com o modelado, os processos de migração de elementos químicos e neoformação mineral possuem íntima associação com a evolução do relevo. De antemão, como defende Delvigne (1998), existem mecanismos específicos de formação e transformação mineral de acordo com a condição geomórfica na paisagem, sobretudo considerando as vertentes como



categoria de análise. No caso específico das feições lineares em estudo, caso sua formação seja realmente o registro de porções da cobertura cimentadas por hidróxido de alumínio, há que se considerar que a remoção e o transporte das soluções enriquecidas neste elemento possuem íntima associação com a evolução do relevo. É certo que estudos mais aprofundados precisam ser feitos para que considerações mais assertivas sejam alcançadas, mas existe a possibilidade de que o controle de fluxo nesses perfis tenha íntima associação com a abertura da Garganta Epigênica dos Fechos, que marca um momento importante da evolução da drenagem na porção norte do Sinclinal da Moeda.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao professor Fábio Soares de Oliveira por sua disponibilidade, atenção e generosidade. Sem ele este trabalho não seria realizado.

REFERÊNCIAS

DELVIGNE, J.E., Atlas of Micromorphology of Mineral Alteration and Weathering, 3rd ed. Canadian Mineralogist Special Publication, 1998, 509 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

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 35:2, 273-284, 2005.

LEPSCH, I. F. 19 lições de Pedologia. São Paulo: Oficina de textos, 2011. 456 p.

MEDINA, A.I.M. DANTAS, M.E. SAADI, A. Projeto APA Sul RMBH – Estudo do Meio Físico. Geomorfologia. Vol. 6. Belo Horizonte: SEMAD/CPRM, 2005. 45 p.

MUNSELL Color Co. Munsell soil color charts. Baltimore: Munsell Color Company. 1975.

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. Academic Press, London, 1986, p. 169-191.

NAHON, D.B.. Introduction to the petrology of soils and chemical weathering. New York: John Wiley & Sons, 1991, 313 p.

QUEIROZ NETO, J. P. O papel do modelado no relevo: busca de novos paradigmas. In: IV SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA. II SEMINÁRIO IBERO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA. Coimbra, 2010.

RUCHKYS, U. A. Patrimônio Geológico e Geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: potencial para criação de um Geoparque da UNESCO. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da UFMG, 2007. 211 p.

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. 5. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 92 p.

STOOPS, G. Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections. Sort, 2003, 250 p.

TARDY, Y. Pétrologie des latérites et des sols tropicaux. Paris: Masson, 1993, 535p.

VARAJÃO, A. F. D. C.; MELFI, A. J.; BOULANGÉ, B. Caracterização morfológica, mineralógica e química das faces estruturais da jazida de caulinita de Vargem dos Óculos, Quadrilátero Ferrífero, MG. Revista Brasileira de Geociências, .20: 75-82, 1990.