

Solos do Quadrilátero Ferrífero sob Diferentes Coberturas Vegetais e Materiais de Origem



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Solos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
264**

**Solos do Quadrilátero Ferrífero sob Diferentes
Coberturas Vegetais e Materiais de Origem**

*Maurício Rizzato Coelho
Gustavo de Mattos Vasques
Diego Tassinari
Zélio Resende de Souza
Aline Pacobahyba de Oliveira
Fátima Maria de Souza Moreira*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Solos
Rua Jardim Botânico, 1024.
CEP 22460-000, Rio de Janeiro, RJ
Fone: + 55 (21) 2179-4500
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações da Embrapa Solos

Presidente
José Carlos Polidoro

Secretária-Executiva
Jacqueline Silva Rezende Mattos

Membros
Ademar Barros da Silva, Adriana Vieira de C. de Moraes, Alba Leonor da Silva Martins, Cesar da Silva Chagas, Enyomara Lourenço Silva, Evaldo de Paiva Lima, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Luciana Sampaio de Araujo, Maria Regina Capdeville Laforet, Maurício Rizzato Coelho, Moema de Almeida Batista, Wenceslau Gerales Teixeira

Supervisão editorial
Jacqueline Silva Rezende Mattos

Revisão de texto
Marcos Antônio Nakayama

Normalização bibliográfica
Enyomara Lourenço Silva

Editoração eletrônica
Marcos Antônio Nakayama
Moema de Almeida Batista

Foto da capa
Zélio Resende de Souza

1ª edição
1ª impressão (2017): On-line

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Solos

Solos do quadrilátero ferrífero sob diferentes coberturas vegetais e materiais de origem / Maurício Rizzato Coelho ... [et al.]. – Dados eletrônicos. – Rio de Janeiro, RJ : Embrapa Solos, 2017.

130 p. : il. color. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892 ; 264.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: <<https://www.embrapa.br/solos/publicacoes>>.

Título da página da Web (acesso em 20 dez. 2017).

1. Solo – Recurso natural. 2. Mineral. 3. Plintossolo. I. Coelho, Maurício Rizzato. II. Vasques, Gustavo de Mattos. III. Tassinari, Diego. IV. Souza, Zélio Resende de. V. Oliveira, Aline Pacobahya de. VI. Moreira, Fátima Maria de Souza. VII. Embrapa Solos. VIII. Série.

CDD 631.41

© Embrapa, 2017

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução.....	9
Material e Métodos	10
Resultados e Discussão	16
Conclusões.....	42
Referências.....	43
Apêndices.....	48
Apêndice 1 - Dados Morfológicos e Analíticos dos Perfis da Mina Córrego do Meio, Município de Sabará, MG.....	49
Apêndice 2 - Dados Morfológicos e Analíticos dos Perfis da Mina Córrego do Feijão, Município de Brumadinho, MG	87
Apêndice 3 - Dados Morfológicos e Analíticos dos Perfis da Mina Miguelão, Município de Nova Lima, MG	106

Solos do Quadrilátero Ferrífero sob Diferentes Coberturas Vegetais e Materiais de Origem

Maurício Rizzato Coelho¹

Gustavo de Mattos Vasques²

Diego Tassinari³

Zélio Resende de Souza³

Aline Pacobahyba de Oliveira¹

Fátima Maria de Souza Moreira⁴

Resumo - O Quadrilátero Ferrífero é uma região de grande diversidade ambiental, com forte aptidão à exploração mineral que impera desde os tempos coloniais e se mantém até hoje. Em consequência, os estudos direcionados para esse fim foram protagonizados, sendo menos comuns aqueles direcionados aos solos. O presente trabalho objetiva caracterizar os solos, avaliar as suas causas de variação na paisagem e sua relação com os principais componentes ambientais (relevo, geologia e vegetação) de três locais representativos dessa região. Os locais de estudo estão situados nos municípios mineiros de Sabará, Novo Lima e Brumadinho em minas de minério de ferro ativas (Mina Miguelão em Nova Lima e Córrego do Feijão em Brumadinho) ou desativadas (Mina Córrego do Meio, Sabará). É parte integrante do projeto intitulado “Diversidade de plantas e de organismos dos solos com potencial biotecnológico e indicadores de impacto ambiental em Minas Gerais”. Assim, os locais de abertura dos 28 perfis descritos e amostrados neste estudo, a maioria dispostos em topossequências, seguiram o desenho amostral do referido projeto, de tal forma que se buscou abarcar todas as variações fisiográficas locais. Dentre os resultados alcançados, destacam-se: os Cambissolos Háplicos, relacionados a rochas metassedimentares e a relevo acidentado, foram os solos dominantes em Sabará, independentemente da vegetação nativa, composta de floresta estacional semidecidual e campo cerrado que ocorrem lado a lado. São solos de baixa fertilidade natural, geralmente álicos, epipedregosos quando sob campo cerrado, com elevados conteúdos de silte, muitas vezes superiores aos de argila, de textura média (campo cerrado) ou argilosa (floresta). Solos sob vegetação de eucalipto e campo rupestre ferruginoso também foram descritos em Sabará. Enquanto nos primeiros também predominam os Cambissolos Háplicos, nos campos rupestres são os Neossolos Regolíticos Perféricos (classificação proposta) exclusivos, ocorrendo em relevo ondulado e suave ondulado. Latossolos também estão presentes em Sabará, quer sob vegetação de floresta, campo cerrado ou eucalipto. É nesse uso que se observou o solo não ferruginoso mais peculiar e evoluído dentre os estudados em Sabará: o Latossolo Vermelho Distrófico húmico. Trata-se do solo com maior conteúdo de Al^{3+} dentre todos os perfis estudados. Em Brumadinho, no entanto, sob floresta estacional semidecidual e relacionados ao intemperismo do granito, é que estão os solos não ferruginosos mais evoluídos: Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos localizam-se no terço superior da única vertente estudada na região. Cambissolos Háplicos e Húmicos também foram descritos em Brumadinho, cujas variações de classes e atributos estão intimamente relacionados ao relevo local. Em Nova Lima, os Plintossolos Pétricos originados do intemperismo das cangas lateríticas são exclusivos, com grande quantidade de cascalhos e calhaus de petroplintita no perfil. No entanto, seus atributos variaram significativamente na paisagem, mesmo a curtas distâncias, o que, associado às variações do relevo local, revelaram diferentes fitofisionomias e microhabitats para a fauna e flora locais. Por fim, três perfis (tipos de terreno) foram descritos e coletados em pilhas de estéril de mineração de ferro: dois em Brumadinho e um em Sabará. Em comum, apresentam

¹Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

²Engenheiro-florestal, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

³Engenheiro-agrônomo, doutorando em Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras-UFLA, Lavras, MG.

⁴Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência do Solo, pesquisadora do CNPq, Lavras, MG.

elevados conteúdos de ferro (oxídicos) e textura média em todas as camadas, nulos de Al^{3+} e de valores m% nas camadas superficiais. Espera-se que este estudo muna as demais pesquisas do projeto supracitado, dedicadas à flora local e organismos do solo, com informações ambientais detalhadas das áreas de estudo, essenciais à comparação e extrapolação dos resultados das pesquisas entre áreas ambientalmente similares.

Termos para indexação: relação solo-paisagem; rochas ferríferas, campos rupestres ferruginosos, campos de cangas, Plintossolos.

Soils of the Brazilian Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais State, under Different Vegetation Cover and Parent Materials

Abstract – *The Quadrilátero Ferrífero, in the Brazilian state of Minas Gerais, is a region of great environmental diversity with strong potential for mining, which has occurred since colonial times. Consequently, mining-related studies have been carried out, whereas soil-related studies are less common. This study aims to characterize the soils and evaluate their causes of variation in the landscape and their relation to the main environmental components (topography, geology and vegetation) in three representative sites of the region. The sites are located in the municipalities of Sabará, Nova Lima and Brumadinho (Minas Gerais state), and contain active iron mines (Miguelão mine in Nova Lima, and Córrego do Feijão mine in Brumadinho) as well an inactive mine (Córrego do Meio mine in Sabará). The 28 sampling sites are allocated to fulfill the aims of the “Diversity of plants and soil organisms with biotechnological potential and environmental impact indicators in Minas Gerais” project, and most are arranged in topossequences, encompassing all local physiographic variations. Cambissolos Háplicos (Cambisols), on metasedimentary rocks and hilly relief, were the dominant soils in Sabará, regardless of the native vegetation, which is composed of semi-deciduous forest and savanna. They are soils with low fertility, usually aluminic, stony at the surface when occurring under savanna, with high silt content, often superior to clay, and have medium (savanna) or clay (forest) texture. In Sabará, Cambissolos Háplicos were the predominant soils under eucalyptus vegetation, whereas under campo rupestre ferruginoso (savanna vegetation), the Neossolos Regolíticos Perférricos (Hyperferritic Regosols; proposed classification) were the only ones found, occurring on hilly and gently undulating reliefs. Latossolos (Ferralsols) are also present in Sabará, either under forest, savanna or eucalyptus. Under eucalyptus, we observed the most different and most evolved non-ferric soil in Sabará, the Latossolo Vermelho Distrófico húmico (Humic Ferralsol). It is situated at the lower third of a hillside on undulated relief, has clay texture, and a low silt/clay ratio. It is also the soil with the highest Al^{3+} content found in the sites. In Brumadinho, Latossolos Vermelhos and Vermelho-Amarelos (Ferralsols) occur under semideciduous seasonal forest on granite parent material. These are the most evolved non-ferric soils observed in the region, and are located at the upper third of the only hillside studied in Brumadinho. Cambissolos Háplicos and Húmicos (Cambisols), also observed in Brumadinho, vary in classification and attributes as a function of the local relief. In Nova Lima, Plintossolos Pétricos (Petroplinthic Plinthosols) occur exclusively, and are originated from the weathering of the cangas lateríticas. They have petroplinthite of gravel and pebble sizes in their profiles, and their attributes vary much across the landscape, even at short distances. Soil and local relief variations in Nova Lima are related to different vegetation types and microhabitats for the local fauna and flora. Finally, three profiles (types of terrain) were described and collected in iron mining waste piles, two in Brumadinho and one in Sabará. In common, they have high iron content (oxidic) and medium texture in all layers, and do not have Al^{3+} in the surface layers. It is expected that the results of this study will supply the other research in the project mentioned above, dedicated to the local flora and soil organisms, with detailed environmental information of the study areas, essential to the comparison and exploitation of research results between areas with similar environment.*

Index terms: soil-landscape relationship; ferruginous rocks, rupestrian ferruginous fields, cangas fields, Plinthosols.

Introdução

O Quadrilátero Ferrífero (QF) é uma região montanhosa localizada na porção central do Estado de Minas Gerais (BARBOSA; RODRIGUES, 1967) ao sul da Cadeia do Espinhaço, que corta o estado no sentido Norte-Sul (SCHAEFER et al., 2015). Inserido em uma região de transição entre os Biomas Floresta Atlântica e Cerrado, caracteriza-se por uma grande diversidade geológica, geomorfológica e pedológica que condiciona a ocorrência de um mosaico de vegetações arbóreas, savânicas e herbáceas (PEREIRA, 2010), cujos elementos bióticos e abióticos muitas vezes intercalam-se na paisagem em um padrão bastante intrincado (CARVALHO-FILHO et al., 2010). Como está inserido na zona de transição entre dois *hotspots* brasileiros, Floresta Atlântica e Cerrado, é possível encontrar várias fisionomias de destaque: Floresta Estacional Semidecidual, Matas Ripárias, Florestas Montanas ou Capões de Altitude, Campo Cerrado, Cerrado *sensu stricto* e Campos Rupestres (JACOBI et al., 2008).

De seus estimados 7.200 km² de extensão (BARBOSA; RODRIGUES, 1967), aproximadamente 90,8 km² (cerca de 13%) do QF são constituídos de formações ferríferas, com predominância de solos ferruginosos, distróficos e rasos (PEREIRA, 2010; SCHAEFER et al., 2008; SCHAEFER et al., 2015), imaturos e autóctones (VARAJÃO et al., 2009), tais como Neossolos Litólicos e Regolíticos, Cambissolos (CARVALHO-FILHO et al., 2010; SCHAEFER et al., 2015; VARAJÃO et al., 2009) e Plintossolos Pétricos (CARVALHO-FILHO et al., 2010; PEREIRA, 2010; SCHAEFER et al., 2015), com forte influência do material de origem em suas características (CARVALHO-FILHO et al., 2010; SCHAEFER et al., 2015; VARAJÃO et al., 2009) e assentes sob cobertura vegetal rupestre, fisionomias de campo ao cerrado e vegetação florestal altomontana, esta última relacionada a bolsões de Latossolos (SCHAEFER et al., 2015).

Carvalho-Filho et al. (2010), ao estudarem uma área extensa (1.625,62 km²) e representativa do QF (Área de Proteção Ambiental da Região Metropolitana de Belo Horizonte), ressaltaram que, dentre as classes de solos, os Cambissolos Háplicos são os mais expressivos no QF, independentemente da vegetação natural. Segundo os autores, esses solos acompanham um padrão de paisagem muito comum na região, associados a áreas de forte dissecação promovido pelo Rio das Velhas e seus afluentes. São de fertilidade natural invariavelmente baixa, muito suscetíveis à erosão, de textura média ou argilosa, com teores de silte superiores ao de argila e com ocorrência comum de cascalhos e fragmentos de rocha no perfil (CARVALHO-FILHO et al., 2010).

Numa escala global, os mesmos autores supracitados não encontraram qualquer relação entre as formações vegetais e as classes ou atributos dos solos no QF, seja a profundidade efetiva ou na disponibilidade de nutrientes, mesmo com o forte contraste por eles observado entre as formações vegetais existentes na área de estudo. No entanto, segundo os autores, excetuando-se os solos ferruginosos, de ocorrência pouco comum nas paisagens brasileiras, há uma tendência geral de maiores conteúdos de alumínio extraível e matéria orgânica nos solos sob floresta em relação àqueles sob vegetação de campo cerrado ou campo, sugerindo que a presença de floresta está relacionada à maior disponibilidade de água.

Numa escala pontual, por outro lado, Pereira (2010), estudando um gradiente fitofisionômico de um campo rupestre ferruginoso do QF (Município de Mariana, MG), dominado, portanto, por solos ferruginosos, demonstrou a íntima relação entre variáveis pedológicas e a distribuição de espécies que compuseram as diferentes fisionomias estudadas. Segundo a autora, tais solos se mostraram sempre muito pobres, ácidos e intemperizados, mas dotados de importantes variações em seus atributos químicos, físicos e morfológicos que governaram ou influenciaram a distribuição de espécies, bem como o adensamento da biomassa.

Os solos e a vegetação desenvolvidos dessas formações ferríferas (itabiritos e cangas lateríticas a eles associadas) do QF revelam muitas peculiaridades que os diferenciam totalmente dos ambientes

circundantes e de outros biomas brasileiros. No caso das formações vegetais, várias terminologias têm sido empregadas para denominá-las: campos ferruginosos (RIZZINI, 1979), vegetação de canga (CARMO; JACOBI, 2013), campo rupestre ferruginoso (JACOBI; CARMO, 2008), vegetação de bancada laterítica (TAKAHASI, 2010), são alguns exemplos. Takahasi e Meirelles (2014) argumentam que essa diversidade – e mesmo a imprecisão das nomenclaturas empregadas ao se referirem à vegetação sobre os substratos ferruginosos – refletem a controvérsia da aplicação do conceito de laterita, bem como à grande heterogeneidade geológica e geomorfológica das cangas. Tais ecossistemas se distribuem nos platôs mais elevados e nas cristas serranas em altitudes que geralmente variam de 900 m a 1.800 m (SCHAEFER et al., 2008; SCHAEFER et al., 2015) e estão entre os mais ameaçados e menos estudados de Minas Gerais (JACOBI et al., 2008). No Brasil, são mais expressivos no QF, mas também ocorrem na Serra dos Carajás, no Pará (SCHAEFER et al., 2008), em Caetité, na Bahia e na Morraria de Urucum, Mato Grosso do Sul (JACOBI; CARMO, 2008).

Embora exista um acervo considerável de informações sobre a flora e a geologia do QF, poucas são as pesquisas dedicadas aos solos, em geral direcionadas a assuntos específicos ou restritas a pequenos trechos da paisagem regional (CARVALHO-FILHO et al., 2010). No entanto, como afirmam Schaefer et al. (2015), estudos pedológicos nessa região podem ser muito úteis quando se pretendem desenvolver técnicas específicas para a regeneração da vegetação nativa em áreas degradadas, como as mineradas. A esse fato soma-se que o presente trabalho é fruto das atividades desenvolvidas no Projeto intitulado “Diversidade de plantas e de organismos dos solos com potencial biotecnológico e indicadores de impacto ambiental em Minas Gerais”, coordenado pela Profa. Dra. Fátima Moreira, da Universidade Federal de Lavras. Assim, seus resultados munem as demais pesquisas do projeto, dedicadas à flora local e organismos do solo, com informações ambientais detalhadas das áreas de estudo, sobretudo relacionadas à classificação taxonômica e variação dos atributos do solo na paisagem, essenciais para comparação e extrapolação dos resultados das pesquisas para áreas ambientalmente similares.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi identificar e classificar os solos dos pontos amostrais ou proximidades e investigar seus atributos químicos e a granulometria das áreas de estudo descontínuas do projeto supracitado, bastante diversas quanto às condições ambientais, bem preservadas e representativas do Quadrilátero Ferrífero. Para tal investigação, análises multivariadas (agrupamentos e componentes principais) foram aplicadas aos resultados analíticos de rotina para fins de levantamento de solos a fim de agrupar os horizontes subsuperficiais dos perfis estudados de acordo com as suas similaridades analíticas e, a partir desses agrupamentos, mostrar e discutir os valores encontrados e suas causas de variação (entre perfis e ao longo do mesmo perfil) à luz dos princípios e conhecimento de química, gênese, relação solo-paisagem e classificação de solo. Aos atributos químicos e granulométricos dos horizontes superficiais dos perfis descritos e amostrados, lançou-se mão de estatística descritiva a fim de discutir as variações encontradas e auxiliar na interpretação dos resultados das demais pesquisas do projeto, que concentram seus estudos nessa seção do solo.

Material e Métodos

Caracterização do meio físico

Os locais de estudo, em número de três, estão localizados em minas de extração de minério de ferro da Empresa Vale S.A., nos municípios mineiros de Sabará (Mina Córrego do Meio), Nova Lima (Mina Miguelão) e Brumadinho (Mina Córrego do Feijão). A Figura 1 evidencia que estão inseridos na região do Quadrilátero Ferrífero (QF), a qual ocupa a porção central do Estado de Minas Gerais, na região Sudeste do Brasil, junto à borda sul do Craton de São Francisco. A Figura 2, por sua vez, mostra a localização dos perfis nas áreas de estudo.

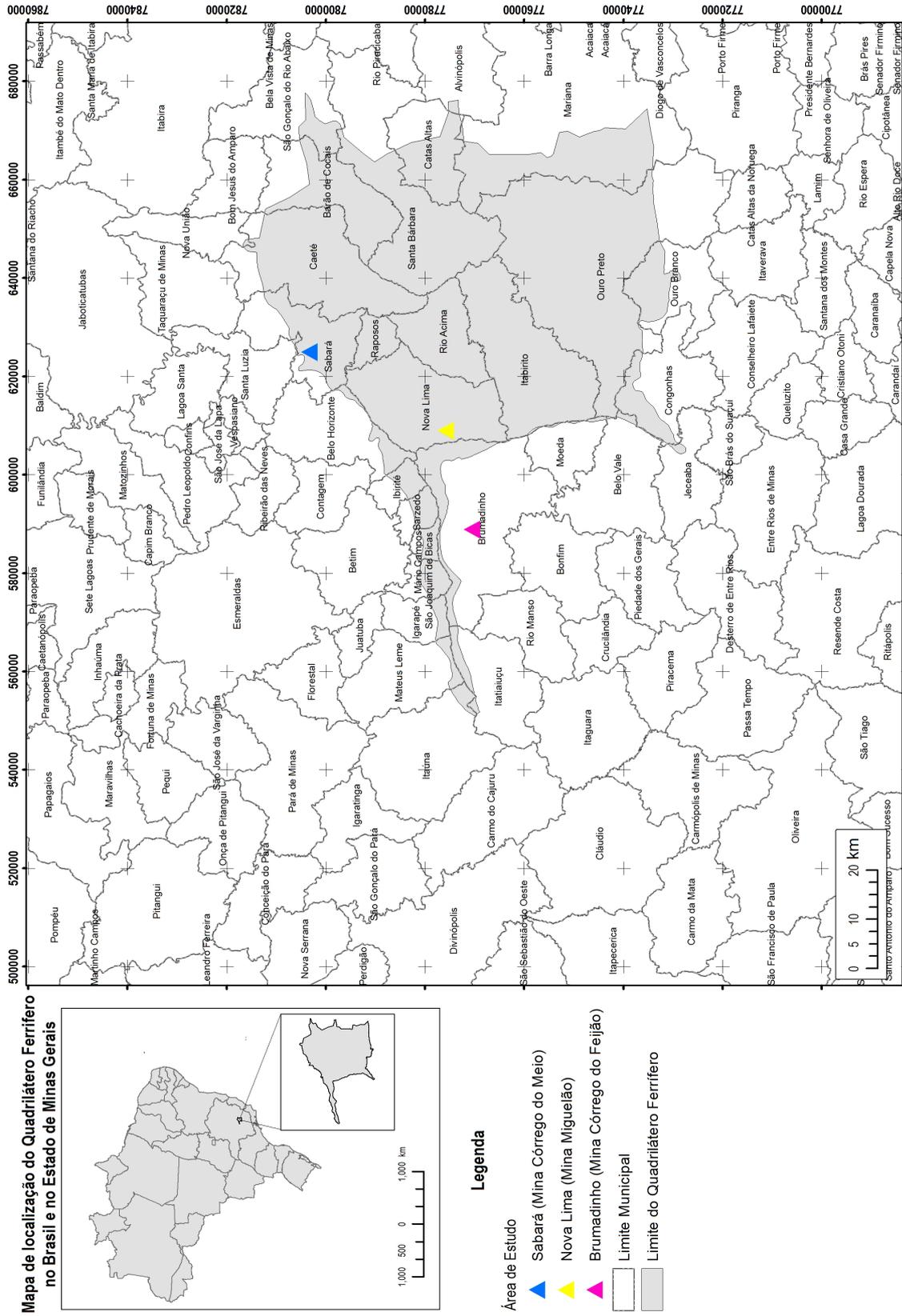


Figura 1. Localização das áreas estudadas nos municípios mineiros de Sabará (Mina Córrego do Meio); Mina desativada), Nova Lima (Mina Miguelão) e Brumadinho (Mina Córrego do Feijão) e suas posições em relação ao Quadrilátero Ferrífero.

O QF estende-se por aproximadamente 7.200 km² (ALMEIDA, 1977). Quatro conjuntos litoestratigráficos o compõem (ALKMIM; MARSHAK, 1998): (1) Complexos Metamórficos, compostos por terrenos granito-gnáissicos de idade arqueana; (2) Supergrupo Rio das Velhas, formado por uma sequência vulcanosedimentar arqueana tipo “greenstone belt”; (3) Supergrupo Minas, formado por metassedimentos clásticos e químicos de idade proterozoica; e (4) Grupo Itacolomi, formado por metassedimentos clásticos proterozoicos.

Na Mina Córrego do Meio, em Sabará, afloram rochas metassedimentares dos Grupos Maquiné e Tamanduá, do Supergrupo Rio das Velhas e das formações Moeda, Batatal e Cauê, dos Grupos Caraça e Itabira, também do Supergrupo Minas, além de depósitos superficiais de canga. Em virtude da total inversão estratigráfica, a formação ferrífera do Grupo Itabira ocorre na Mina do Córrego do Meio capeada anormalmente pelo Grupo Caraça (ocorrência muito restrita) e, também, pelo Supergrupo Rio das Velhas (xistos e filitos decompostos). Em sua base, aparece o Grupo Piracicaba (quartzoxistos, filitos intercalados e quartzitos ferruginosos da Formação Cercadinho) (ZACARIAS, 2003).

Em Brumadinho, a observação in loco das rochas expostas possibilitaram sua identificação como granito, relacionados aos Complexos Metamórficos de idade arqueana supracitados.

Em Nova Lima, a área de estudo está integralmente inserida em ecossistema de canga laterítica. Devido à grande confusão em torno do termo “canga”, iremos detalhá-lo a seguir. Em termos gerais, canga se refere aos ecossistemas associados às crostas superficiais de ferro que estão presentes no QF em Minas Gerais e na Serra do Carajás, no Pará (SKIRYCZ et al., 2014). Distribuem-se nos platôs mais elevados e nas cristas serranas, principalmente entre 900-1.800 m. Do total aproximado de 700 mil hectares do QF, cerca de 90.800 ha (aproximadamente 13% da área) são constituídos de formações ferríferas, com solos geralmente rasos, ferruginosos, tais como Neossolos Litólicos, Cambissolos e Plintossolos Pétricos (SCHAEFER et al., 2015).

O QF está inserido na zona de transição de dois *hotspots* brasileiros, Mata Atlântica e Cerrado. Devido a isso, é possível encontrar várias fisionomias na região, destacando-se: floresta estacional semidecidual, matas ripárias, florestas montanas ou capões de altitude, campo cerrado, cerrado *sensu stricto* e campos rupestres (JACOBI et al., 2008). Esta última, associada aos ecossistemas de canga, têm recebido várias terminologias. Neste trabalho, utilizamos aquela empregada por Pereira (2010), com adaptações, para se referir às diferentes fitofisionomias estudadas nos campos rupestres ferruginosos de Nova Lima, Mina Miguelão.

Na Mina Córrego do Meio, em Sabará, a vegetação secundária de floresta estacional semidecidual ocorre lado a lado à vegetação de campo cerrado. Há, também, revegetação com eucalipto (*Eucalyptus* spp.) bem como vegetação nativa de campo rupestre e campo de altitude, estas últimas localizadas nas áreas de maior cota altimétrica da Mina. Áreas ocupadas com pilhas de estéril foram revegetadas, havendo predomínio de capim-gordura (*melinis minutiflora*) (JORDY-FILHO, 2009). Em Brumadinho, por outro lado, as áreas de estudo, em número de duas e contíguas (Figura 2c), estão relacionadas à vegetação de floresta estacional semidecidual naquela preservada e de capim-colônia (*panicum maximum*) e lobeira (*Solanum lycocarpum*), sobretudo, na pilha de estéril.

O clima do QF é tropical semiúmido, possuindo duas estações climáticas bem definidas: verão úmido e inverno seco (VARAJÃO et al., 2009). O clima das áreas estudadas é Cwa – clima temperado úmido com inverno seco e verão quente, segundo a classificação de Köppen.

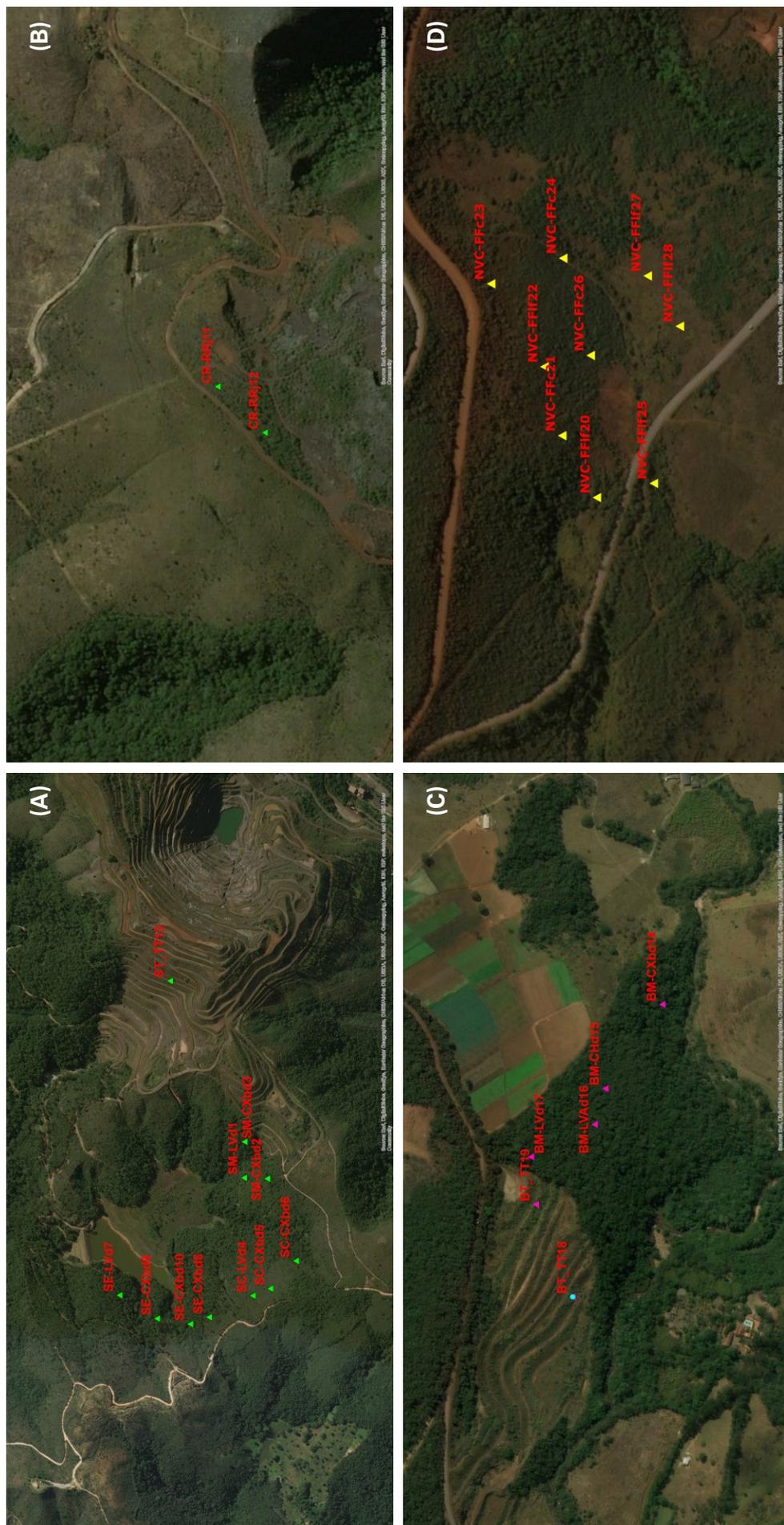


Figura 2. Localização dos perfis em imagem de satélite: (a) Município de Sabará, Mina Córrego do Meio (Mina desativada). Nota-se que o perfil mais afastado (ST-TT13) localiza-se em pilha de estéril; (b) perfis de Neossolos Regolíticos relacionados ao intemperismo de itabirito sob vegetação de campo rupestre ferruginoso de altitude, também da Mina Córrego do Meio, Sabará, mas situados em cota altimétrica muito superior aos demais perfis da Mina; (c) Município de Brumadinho, Mina Córrego do Feijão. Sob floresta estacional semidecidual, os perfis estão dispostos em toposequência, desde seu terço superior (BM-LVd17) até inferior (BM-CXbd14); contígua à área florestada há uma pilha de estéril onde foram abertos, descritos e amostrados dois perfis (BT-TT18 e BT-TT19); e (d) Município de Nova Lima, Mina Miguelão. A localização dos perfis na paisagem na Mina Miguelão seguiu critérios relacionados à posição dos perfis na toposequência; e variações de fitofisionomias, acompanhando o desenho amostral do Projeto. Fonte: banco de dados de imagens do ArcGis.

Trabalhos de campo

Vinte e oito perfis de solo foram abertos, descritos e amostrados nas áreas de estudo. A Figura 2 possibilita visualizar a distribuição dos perfis, cujos critérios de seleção dos locais de amostragem se basearam naqueles definidos pelo projeto intitulado “Diversidade de plantas e de organismos dos solos com potencial biotecnológico e indicadores de impacto ambiental em Minas Gerais”, coordenado pela Profa. Dra. Fátima Moreira, da Universidade Federal de Lavras, ao qual este estudo é parte integrante. Assim, os perfis foram abertos próximos (máximo 10 m de distância) ou entre os pontos amostrais do referido projeto de tal forma que se buscou abarcar todas as variações fisionômicas locais.

Em Sabará (Figuras 2a e 2b), foram abertos, descritos e amostrados 13 perfis, sendo 3 sob vegetação de floresta, 3 sob campo cerrado, 4 sob eucalipto, 2 sob vegetação de campo rupestre e 1 em pilha de estéril de mineração de ferro. Em Brumadinho (Figura 2c), por sua vez, 4 perfis foram abertos sob floresta (Figura 3) e 2 em pilha de estéril. Esta é contígua à floresta (Figura 2c). Em Nova Lima (Figura 2d), foram nove os perfis abertos, descritos e amostrados, os quais abarcaram todas as variações fisionômicas dentro da área experimental do projeto supracitado. As coordenadas geográficas dos 28 perfis estão nos Apêndices 1, 2 e 3, que tratam, respectivamente, da descrição completa (dados gerais, morfológicos e analíticos) dos perfis de Sabará (Mina Córrego do Meio), Brumadinho (Mina Córrego do Feijão) e Novo Lima (Mina Miguelão).

A fim de avaliar a relação entre o solo e os demais componentes do meio natural, os locais de abertura dos perfis foram caracterizados *in loco* quanto (1) à posição que ocupam na vertente (topo, terço superior, terço médio e terço inferior); (2) às classes de relevo (plano, suave ondulado, ondulado, forte ondulado, montanhoso e escarpado) e formas da vertente (linear, convexa e côncava), seguindo indicações de Santos et al. (2015) e Ditzler et al. (2017), respectivamente; (3) às fitofisionomias de floresta atlântica e cerrado, segundo Scolforo e Carvalho (2006), e de campos rupestres ferruginosos, adaptado de Pereira (2010); e (4) litologia, seguindo observações de campo para todas as áreas de estudo e Zacarias (2003), para a Mina Córrego do Meio em Sabará. Essas nomenclaturas, inclusive de fitofisionomias, foram selecionadas a fim de padronizar e atender a todas as pesquisas relacionadas ao projeto ao qual este trabalho está vinculado.

Classificação, símbolo de identificação e descrição dos perfis

Para a classificação dos 28 perfis, utilizou-se a 3ª edição do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (SANTOS et al., 2013). No presente estudo, cada perfil foi representado por um símbolo, sendo que a primeira letra refere-se ao município estudado (S – Sabará, B – Brumadinho e N – Nova Lima); a segunda, ao uso ou cobertura vegetal sobre o perfil (M – mata, referindo-se à floresta, C – campo cerrado, E – eucalipto, CR – campo rupestre de altitude de Sabará; T – tipo de terreno, referindo aos perfis situados em pilha de estéril, e VC – vegetação de canga, referindo-se aos campos rupestres ferruginosos de Nova Lima); um hífen separa os símbolos anteriores daqueles que representam a classe de solo de cada perfil, segundo as nomenclaturas de abreviação indicadas por Santos et al. (2013), a fim de representar as classes taxonômicas até terceiro nível categórico. Por último, o número refere-se ao próprio número de identificação do perfil. Exemplo: o perfil identificado como SM-LVd1 refere-se ao perfil sob mata (M – floresta estacional semidecidual) do município de Sabará (S), Mina Córrego do Meio, cujo solo é um Latossolo Vermelho Distrófico, o qual recebeu o número de identificação 1.

No campo, os perfis foram descritos e amostrados segundo indicações de Santos et al. (2015).

Análises de rotina para fins de levantamento de solos

No laboratório, as amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas com um martelo de borracha e passadas em peneira nº 10 (malha de 2 mm), obtendo-se a fração terra fina seca ao ar (TFSA), onde foram realizadas as análises químicas e granulométricas. Nesta última, os teores de argila foram obtidos pelo método do densímetro, utilizando hidróxido de sódio 0,1 mol L⁻¹ como agente dispersante, enquanto as frações areia grossa e areia fina foram obtidas por peneiramento, e a fração silte, por diferença (CLAESSEN, 1997).

As seguintes análises químicas e procedimentos analíticos foram utilizados (CLAESSEN, 1997): o pH foi determinado em água (potenciômetro) utilizando relação solo:solução 1:2,5 após agitação e repouso de 1 hora; o carbono orgânico, por oxidação com dicromato de potássio. Os cátions Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ foram extraídos com solução KCl 1 mol L⁻¹. A extração do H + Al foi realizada com solução de acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0. Os elementos Na⁺, K⁺ e P foram extraídos com solução de H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹ + HCl 0,05 mol L⁻¹. Os teores de Ca²⁺ e Mg²⁺ foram determinados por espectroscopia de absorção atômica; K⁺ e Na⁺ por fotometria de chama; P por espectrofotômetro-UV-Vis; Al³⁺ e H + Al por titulometria. Os conteúdos de SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ e TiO₂ foram determinados após abertura das amostras com ácido sulfúrico 1:1, os quais, excetuando o TiO₂, foram utilizados na determinação das relações moleculares Ki e Kr.

Mineralogia da fração argila

A fração argila de amostras selecionadas e referentes aos horizontes subsuperficiais de seis perfis representativos (SE-LVd7, SM-CXbd3, SC-LVd4, BM-LVAd16, NVC-FFc23 e SCR-RRj12) das classes de solo das três áreas de estudo foi separada por pipetagem, segundo Claessen (1997). Foram analisadas em condição "ao natural" (não tratadas) e sob os seguintes tratamentos: desferrificação por ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (DCB), de acordo com Mehra e Jackson (1960); saturação com potássio e aquecimento por 2 horas, após montagem da lâmina, nas temperaturas: 110 °C, 350 °C e 550 °C; saturação com magnésio e solvatação com etileno glicol, conforme Claessen (1997) e Calderano et. al. (2009). As lâminas foram preparadas de forma orientada pelo método do esfregaço.

A análise mineralógica foi realizada por difratometria de raios X em um difratômetro RIGAKU, modelo Miniflex II, utilizando-se tubo de cobre como fonte de radiação K α e monocromador de grafite, com tensão de 30 kV e corrente de 15 mA. As leituras foram feitas por passo, com variação de 0,050 ° s⁻¹. O intervalo de varredura para todas as amostras foi de 2 a 45 (°2 θ).

Os difratogramas foram organizados usando o programa Microcal Origin 6.0. São apresentados na seguinte ordem: amostra não tratada (Am.total); amostra desferrificada e saturada com magnésio (Mg) e posteriormente solvatada com etileno glicol (MgEG); amostra desferrificada e saturada com potássio, com leituras executadas à temperatura ambiente (K25) e, após aquecimento, nas temperaturas assinaladas (K110, K350 e K550).

Os difratogramas das amostras não tratadas (Am.Total) também são apresentados em separado ou unidos aos demais. Sua observação possibilita melhor visualização de alguns minerais, como os óxidos-hidróxidos de ferro, bem como uma melhor expressão da predominância relativa entre os minerais presentes nas amostras.

Os difratogramas foram interpretados com base nas tabelas do JCPDS constantes em Berry (1974), além de tabelas e critérios de Thorez (1976), Brindley e Brown (1984), Fontes (1990), Kampf et al. (1995) e Moore e Reynolds (1997). A grafia dos nomes dos minerais está de acordo com Branco (1987).

Análises estatísticas

Análises multivariadas

Análises de agrupamentos naturais (Hierarchical Cluster Analysis - HCA) e de componentes principais (Principal Component Analysis - PCA) foram aplicadas para horizontes subsuperficiais e utilizadas para identificar a formação de agrupamentos de amostras baseada na medida de 12 variáveis químicas e granulométricas de solo (terra fina, areia grossa, areia fina, silte, argila, relação silte/argila, soma de bases, alumínio, capacidade de troca de cátions, saturação por bases, saturação por alumínio e carbono orgânico) e como estas se relacionam às diferenças observadas entre os agrupamentos. Para tal, uma matriz de 61 x 12 (amostras de sub-horizontes vs variáveis) foi construída, e os dados foram centrados na média e normalizados. Cada observação reuniu dados quantitativos de variáveis edáficas obtidas de horizontes selecionados de cada perfil (horizontes BA, B, Cr e C; este último compreende as camadas mais profundas dos tipos de terreno ST -TT13, BT -TT18 e BT -TT19; n = 61). A análise por HCA foi realizada utilizando-se a distância euclidiana para construir a matriz de dissimilaridade e o método de variância mínima de Ward para agrupamento (WARD, 1963). As variáveis foram selecionadas considerando-se sua importância na classificação dos solos, segundo critérios estabelecidos por Santos et al. (2013). As análises foram conduzidas no programa R (R CORETEAM, 2017).

Estatística descritiva

Para os horizontes (solos) ou camadas (tipos de terreno) superficiais A, AB, AC e C1, este último relacionado aos perfis BT -TT18 e BT -TT19 (n = 52), lançou-se mão de estatística descritiva (média, valores mínimo e máximo) de todos os atributos elencados no item 2.4, excetuando os conteúdos de SiO_2 , Al_2O_3 , FeO_3 e TiO_2 obtidos por ataque sulfúrico.

Resultados e Discussão

Classes de solos, evolução e relação solo-paisagem nas áreas de estudo

Mina Córrego do Meio (Sabará)

A Tabela 1 mostra a classificaçao taxonômica, o símbolo de identificaao e a vegetaao dos perfis estudados. Os Cambissolos Háplicos são dominantes dentre os solos estudados, independente da vegetaao nativa. Dentre os dez perfis estudados na Mina Córrego do Meio (Figura 2a) originados de metassedimentos (sobretudo os litotipos filitos e xistos decompostos e metagrauvacas), sete são Cambissolos Háplicos (Tabela 1). São invariavelmente de baixa fertilidade natural, manifestando o caráter lico em alguma ou toda seção do perfil; a classe textural  predominantemente argilosa e, menos frequente, média, com elevados teores de silte, algumas vezes superiores aos de argila (Apêndice 1).

Sob vegetaao de campo cerrado, os solos de Sabará manifestam elevados conteúdos de cascalhos e calhaus de quartzo em superfície (epipedregosidade), possivelmente lito-herdados do material parental (VARAJÃO et al., 2009) por mecanismo de erosão diferencial. Neste, o material fino  erodido e depositado nas poroes inferiores da paisagem, processo que faz com que camadas ou fragmentos pedregosos mais resistentes ao intemperismo (materiais de quartzo) aflorem cada vez mais em superfície, situaao comum no sertão nordestino do Brasil, como na região do Cariri Paraibano (SOUZA et al., 2009). Além disso, são solos predominantemente pouco profundos e profundos, desenvolvidos em relevo característico do QF: ondulado, forte ondulado e, às vezes,

montanhoso, associado ao forte dissecamento promovido pelo Rio das Velhas e seus afluentes (CARVALHO-FILHO et al., 2010), com elevações íngremes de colinas amplas com conformação predominantemente convexa, bastante ravinadas, sobretudo sob campo cerrado, entremeadas por vales estreitos, profundos e bem encaixados.

A fisiografia e os atributos dos Cambissolos acima relatados são muito similares àqueles descritos por Carvalho-Filho et al. (2010) ao estudar a relação solo-paisagem de uma porção expressiva do Quadrilátero Ferrífero, evidenciando a representatividade ambiental da presente área de estudo. Segundo esses autores, a influência da grande variabilidade litológica e o extenso período de evolução geomorfológica ao qual foi submetido o QF condicionaram os acentuados contrastes topográficos observados na área, mas com ocorrência expressiva de solos jovens, pouco evoluídos, como os Cambissolos supracitados e Neossolos Litólicos. Tais solos refletem a preponderância dos processos erosivos sobre a pedogênese, quer devido ao relevo predominantemente acidentado, quer à forte resistência ao intemperismo das rochas regionais (CARVALHO-FILHO et al., 2010). Varajão et al. (2009) argumentam que a simples existência e preponderância de solos pouco desenvolvidos no QF atestam o importante papel das atividades erosivas na evolução da paisagem regional.

Tabela 1. Símbolo de identificação e classificação dos perfis estudados, uso e cobertura vegetal sobre eles.

Símbolo	Classificação segundo Santos et al. (2013)	Uso e cobertura vegetal
SM-LVd1	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico cambissólico, textura argilosa, A moderado, epiálico, mesoférrico	Floresta estacional semidecidual
SM-CXbd2	CAMBISSOLO HÁPLICOTb Distrófico típico, textura argilosa/média, A moderado, epiálico, mesoférrico, epipedregoso	Floresta estacional semidecidual
SM-CXbd3	CAMBISSOLO HÁPLICOTb Distrófico latossólico, textura argilosa, A moderado, álico, mesoférrico	Floresta estacional semidecidual
SC-LVd4	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, A moderado, álico, mesoférrico, epipedregoso	Campo cerrado
SC-CXbd5	CAMBISSOLO HÁPLICOTb Distrófico latossólico, textura média, A moderado, endoálico, hipoférrico, epipedregoso	Campo cerrado
SC-CXbd6	CAMBISSOLO HÁPLICOTb Distrófico latossólico, textura média pouco cascalhenta/média/argilosa, A moderado, álico, mesoférrico, pedregoso	Campo cerrado
SE-LVd7	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico húmico, textura muito argilosa, álico, mesoférrico	Eucalipto
SE-CXbd8	CAMBISSOLO HÁPLICOTb Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, álico, mesoférrico	Eucalipto
SE-CXbd9	CAMBISSOLO HÁPLICOTb Distrófico latossólico, textura média cascalhenta/argilosa cascalhenta/média cascalhenta, A moderado, álico, mesoférrico, pedregoso	Eucalipto
SE-CXbd10	CAMBISSOLO HÁPLICOTb Distrófico latossólico, textura média cascalhenta/argilosa, A moderado, álico, mesoférrico, pedregoso	Eucalipto

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Símbolo	Classificação segundo Santos et al. (2013)	Uso e cobertura vegetal
SCR-RRj11	NEOSSOLO REGOLÍTICO Perférico típico, textura média esquelética, A moderado, pedregoso	Campo Rupestre Ferruginoso de altitude
SCR-RRj12	NEOSSOLO REGOLÍTICO Perférico húmico, textura média esquelética	Campo Rupestre Ferruginoso de altitude
ST-TT13	TIPO DE TERRENO	Capim-gordura
BM-CXbd14	CAMBISSOLO HÁPLICOTb Distrófico latossólico, textura média, A moderado, álico, hipoférico, endopedregoso	Floresta estacional semidecidual
BM-CHd15	CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico petroplíntico latossólico, textura argilosa, álico, hipoférico	Floresta estacional semidecidual
BM-LVAd16	LATOSSOLO VERMEHO-AMARELO Distrófico petroplíntico, textura argilosa/argilosa cascalhenta, A moderado, epiálico, hipoférico	Floresta estacional semidecidual
BM-LVd17	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura muito argilosa, A moderado, mesoférico	Floresta estacional semidecidual
BT-TT18	TIPO DE TERRENO	Capim-colônia e lobeira
BT-TT19	TIPO DE TERRENO	Capim-colônia e lobeira
NVC-FFIf20	PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplíntico típico, textura argilosa, A moderado	Campo rupestre ferruginoso
NVC-FFc21	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico úmbrico, textura siltosa/argilosa cascalhenta	Campo rupestre ferruginoso
NVC-FFIf22	PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplíntico típico, textura média cascalhenta, A moderado	Campo rupestre ferruginoso
NVC-FFc23	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico húmico, textura argilosa muito cascalhenta/muito argilosa muito cascalhenta	Campo rupestre ferruginoso
NVC-FFc24	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico húmico, textura média cascalhenta/muito argilosa cascalhenta	Campo rupestre ferruginoso
NVC-FFIf25	PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplíntico latossólico úmbrico, textura argilosa pouco cascalhenta/muito argilosa cascalhenta	Campo rupestre ferruginoso
NVC-FFc26	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico húmico, textura média cascalhenta/argilosa cascalhenta	Campo rupestre ferruginoso
NVC-FFIf27	PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplíntico arênico úmbrico, textura arenosa muito cascalhenta	Campo rupestre ferruginoso
NVC-FFIf28	PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplíntico latossólico, textura média pouco cascalhenta/média muito cascalhenta, A moderado	Campo rupestre ferruginoso

Os Cambissolos Háplicos estudados na Mina Córrego do Meio são majoritariamente latossólicos (Tabela 1), ou seja, manifestam morfologia similar aos solos dessa classe (Apêndice 1), diferenciando da classe dos Latossolos, basicamente, pela presença de fragmentos de rocha em porcentagens que extrapolam 5% do volume de um ou mais sub-horizontes B.

Dentre os três perfis descritos sob vegetação de campo cerrado, apenas um foi classificado como Latossolo; no entanto, é intermediário para Cambissolo (Tabela 1; perfil SC-LVd4). Sua proximidade física (os três perfis localizam-se na mesma vertente da paisagem), similaridade quanto aos atributos físicos e químicos (Apêndice 1) e coexistência na mesma superfície geomórfica (terço médio da vertente) são evidências de que se originaram do mesmo tipo litológico em relação aos demais perfis (Perfis SC-CXbd5 e SC-CXbd6; Tabela 1). Possivelmente, variações locais na rocha-mãe favoreceram os processos de intemperismo e maior desenvolvimento desse perfil, fato já relatado por Varajão et al. (2009) ao estudar solos do QF. Ressalta-se que tal perfil é classificado como Latossolo apenas na versão atual do SiBCS (SANTOS et al., 2013), mas não na anterior (SANTOS et al., 2006), que receberia a designação de Cambissolo Háplico Tb distrófico latossólico. Basicamente, a retirada do critério “relação silte/argila” na atual versão do SiBCS para identificar o horizonte B latossólico e separá-lo do horizonte B incipiente, diagnósticos das ordens dos Latossolos e Cambissolos, respectivamente, é a responsável por tal diferenciação na classificação desse solo entre as versões do SiBCS supracitadas. No Apêndice 1, pode-se notar que o perfil SC-LVd4 manifesta maior conteúdo de silte em relação à argila, tal como todos os horizontes dos demais perfis sob campo cerrado (Perfis SC-CXbd5 e SC-CXbd6).

Sob vegetação de floresta (perfis SM-LVd1; SM-CXbd2; SM-CXbd3), os perfis foram descritos e amostrados (Figura 2a) em duas vertentes na paisagem, acompanhando o esquema amostral do Projeto. Ao contrário dos perfis sob campo cerrado, os de floresta não apresentaram pedregosidade em superfície. Apenas o perfil SM-CXbd2 (Tabela 1), situado no terço superior de uma vertente, apresentou quantidades expressivas de calhaus e matacões entre 18 cm e 60 cm de profundidade, que desaparecem em maior profundidade. Trata-se de um Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico (Tabela 1), em que fragmentos de metagrauvaca, pouco intemperizados, alongados e subarredondados, são os responsáveis por sua pedregosidade e sugerem origem alóctone ao todo ou à parte superficial do perfil. Independentemente de sua gênese, a pedregosidade no perfil imprime proteção contra a erosão mecânica, promovendo um controle estrutural na paisagem e manutenção do perfil em sua atual posição na vertente; ; outrora, talvez, estava em situação de meia encosta ou inferior, tendo sido posteriormente a superfície realçada para posição mais elevada da vertente por um processo erosão diferencial, comum no modelado das paisagens do QF (SALGADO et al., 2008; VARAJÃO et al., 2009).

Em situação de meia encosta, aproximadamente 85 m abaixo do perfil supracitado (Figura 2a), o perfil SM-LVd1 é um Latossolo Vermelho Distrófico cambissólico (Tabela 1), de maior espessura e desenvolvimento em relação ao do terço superior (SM-CXbd2). Semelhante ao descrito para o Latossolo em campo cerrado (perfil SC-LVd4), o enquadramento taxonômico do perfil em tal classe se dá apenas na atual edição do SiBCS (SANTOS et al., 2013) e não nas anteriores, que o classificariam como Cambissolo, devido à supressão na atual edição do atributo “relação silte/argila” para diferenciar Latossolos de Cambissolos. Os dados analíticos constantes no Apêndice 1 evidenciam os elevados conteúdos de silte por todo o perfil, acima de 300 g kg^{-1} , com relação silte/argila superior a 0,80.

O perfil SM-CXbd3, situado no terço médio de outra vertente e distante aproximadamente 125 m do SM-CXbd2, apresenta, em relação a este, similaridade de feição geomorfológica, de atributos morfológicos, físicos e químicos do solo (Apêndice 1), diferindo pela presença de fragmentos de rocha intemperizada (saprolito) nos horizontes Bi1, Bi2 e BC, os quais ocupam aproximadamente

5% do volume do primeiro sub-horizonte, aumentando em profundidade, fato que, juntamente à observação de outros atributos, permite enquadrá-lo na classe dos Cambissolos Háplicos Tb Distróficos latossólicos, segundo o SiBCS (SANTOS et al., 2013).

É sob vegetação atual de eucalipto que se encontra o solo mais desenvolvido e peculiar dentre os estudados na Mina Córrego do Meio. Trata-se do perfil SE-LVd7 (Tabela 1), classificado como Latossolo Vermelho Distrófico húmico. Situado no terço inferior de uma vertente de conformação convexa, de menor cota altimétrica dentre os estudados e sob vegetação original de Floresta, apresenta os seguintes atributos diferenciais em relação aos demais perfis da Mina Córrego do Meio (Apêndice 1): (a) textura muito argilosa, com conteúdo de argila muito superior ao de silte; (b) maior profundidade do solum, com ausência de saprolito e rocha no perfil; (c) coloração vermelha intensa nos sub-horizontes B, centrada no matiz 10R; (c) presença de horizonte A húmico dotado de muitos fragmentos milimétricos de carvão (observados em campo) e detentor do maior conteúdo de alumínio dentre todos os horizontes e perfis estudados neste trabalho.

Vários trabalhos têm demonstrado a relação entre Latossolos bem desenvolvidos e materiais coluvionares, quer preenchendo depressões de um relevo pretérito (CARVALHO-FILHO et al., 2010), quer relacionados a: (a) rampas de colúvio em posição de meia vertente (BACELLAR et al., 2005; FIGUEIREDO et al., 2004; VARAJÃO et al., 2009); ou (b) pedimentos nas baixas e médias encostas (CARVALHO-FILHO et al., 2010). Em todos os casos, são desenvolvidos a partir de materiais provenientes de solos da alta vertente (FIGUEIREDO et al., 2004). Pode ser o presente caso, sobretudo pela posição do perfil no terço inferior da vertente.

A provável origem coluvionar desse Latossolo coaduna com os achados de Calegari (2008): os horizontes húmicos dos Latossolos são originados por processos de coluvionamento, responsável por seu espessamento. Segundo a autora, são solos poligenéticos em que o tipo de vegetação, os climas pretéritos, o material de origem e a estabilidade do relevo têm participação importante na geografia e nos processos de formação, tanto do material de origem desses solos como do próprio horizonte A húmico. Além do coluvionamento, os seguintes atributos físicos e químicos do solo tendem a retardar o processo de decomposição da matéria orgânica do solo, contribuindo para a formação de horizontes A húmicos: textura argilosa ou muito argilosa, reação fortemente ácida, distrofia e elevada saturação por alumínio (MARQUES, 2009), os quais estão todos presentes nos sub-horizontes Ap, A e AB do perfil estudado (Apêndice 1).

A presença de carvões, comuns no horizonte A húmico estudado e naqueles associados aos Latossolos do Brasil, é considerado por Silva e Vidal-Torrado (1999) como outro agente de formação desses horizontes, os quais são recalcitrantes no solo e estão frequentemente relacionados a incêndios em condição climática pretérita mais seca que a atual, com sua posterior subdivisão e redistribuição no solo por meio de atividade biológica. Assim, o horizonte A húmico do perfil estudado possivelmente tem sua gênese relacionada a processos complexos, que envolvem coluvionamento e acúmulo de matéria orgânica em clima pretérito, a qual foi estabilizada e mantida pelas características intrínsecas do solo, sobretudo os elevados conteúdos de argila, acidez e alumínio extraível. Esses atributos são mais expressivos no local de ocorrência do perfil SE-LVd7, os quais, associados a uma maior estabilidade do relevo local em relação às demais posições da paisagem a montante ou de mesma cota altimétrica, porém mais declivosas, justificam sua ocorrência apenas nessa porção da paisagem. A extensão dessa classe de solo na vertente onde se encontra o perfil não ultrapassa 5 ha.

Os demais perfis sob eucalipto (SE-CXbd8, SE-CXbd9 e SE-CXbd10) estão situados em encostas íngremes, contíguas à do perfil SE-LVd7 (Figura 2a), também de relevo ondulado ou forte ondulado e de conformação convexa. São Cambissolos Háplicos Tb Distróficos latossólicos (perfis SE-CXbd9 e SE-CXbd10) ou típico (perfil SE-CXbd8), com elevados conteúdos de silte, às vezes superiores aos de

argila em alguns horizontes do perfil, predominantemente pouco profundos (horizonte BC iniciando entre 70 e 119 cm), álicos e relacionados à posição de terço médio (perfis SE-CXbd8 e SE-CXbd10) ou médio/inferior (perfil SE-CXbd9) das respectivas vertentes. Observando-se a conformação atual de distribuição dos tipos de vegetação nativa da área, possivelmente os perfis SE-CXbd9 e SE-CXbd10 estão relacionados à floresta, enquanto o perfil SE-CXbd8, ao campo cerrado (Figura 2a).

Dentre os perfis restantes, descritos e amostrados na Mina Córrego do Meio, o identificado como ST-TT13 não é considerado solo e, sim, tipo de terreno, pois foi construído artificialmente. Trata-se de perfil localizado no talude de uma pilha de estéril decorrente da atividade de mineração de ferro (Figura 2a). Em geral, essas pilhas (nome que se dá ao local onde são dispostos o rejeito ou o estéril da mina) são de constituição muito variável devido à diferença natural dos rejeitos (materiais provenientes do beneficiamento do minério de ferro) ou dos estéreis de mina (mistura variada de solo, subsolo e rocha que ocorrem naturalmente na área, não aproveitáveis economicamente) (SILVA et al., 2006). Na confecção das pilhas, que deverão ser posteriormente revegetadas (SILVA et al., 2006), normalmente se usa uma cobertura com o solo anteriormente existente na área, que contém maior quantidade de nutrientes e matéria orgânica (DIAS; GRIFFITH, 1998). No presente caso, o perfil ST-TT13 apresenta um horizonte superficial do tipo A de aproximadamente 6 cm de espessura, diferindo dos subjacentes pela coloração mais escura decorrente do maior conteúdo de matéria orgânica, com valores muito superiores de soma de bases ($5,2 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de solo do horizonte A x $0,8 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de solo da camada imediatamente abaixo; Apêndice 1). Sua origem pode estar associada à cobertura com material de solo da área após a confecção da pilha e/ou, mais provavelmente, ao desenvolvimento in loco de um horizonte superficial pela decomposição e acúmulo, sobretudo, do capim-gordura semeado para revegetação, que forma uma densa cobertura vegetal dominante, de expressivo volume de massa.

As camadas subjacentes ao horizonte A (Apêndice 1), identificadas como C (C1, C2 e C3), variam, sobretudo, quanto à cor, conteúdos de terra fina, cascalhos e calhaus; esses últimos relacionados a fragmentos de filito em diferentes graus de intemperismo e cores, ou de itabirito bem preservados. Como se observa na Tabela 1, os teores de areia em todas as camadas (C) se sobrepõem ao de silte, os quais, por sua vez, são muito superiores aos de argila. Os teores de ferro obtidos na fração terra fina por ataque sulfúrico (Apêndice 1) são bastante elevados ($> 400 \text{ g kg}^{-1}$), evidenciando a participação de solo proveniente do itabirito e de sua fragmentação física durante as etapas de mineração e formação das pilhas.

Finalmente, nos campos rupestres associados ao itabirito em altitudes superiores a 1.200 m, foram descritos dois perfis em um pequeno segmento de uma vertente, situados em seu terço superior/topo. A paisagem local é caracterizada pelo afloramento de itabirito em situação de topo com relevo suave ondulado e plano, com baixa densidade vegetal em que o extrato vegetal, sobretudo herbáceo, desenvolve-se nas fissuras e no parco material terroso que se acumula em pequenas cavidades da rocha. Este apresenta constituição predominantemente ferruginosa e quartzosa, e possivelmente tem sua origem relacionada à alteração supergênica dos constituintes da rocha com forte ação de agentes intempéricos biogênicos (VARAJÃO et al., 2009) e aportes eólicos de locais à jusante, onde o solo seja mais desenvolvido.

A transição da fisiografia acima relatada para de maior densidade vegetal, com expressivo extrato arbustivo e herbáceo, se dá em posição de ombro da vertente, em relevo suave ondulado. O perfil SCR-RRj12 foi aí aberto, descrito e amostrado (Figura 2b). Distante aproximadamente 80 m deste, em cota altimétrica cerca de 10 m inferior e deslocado lateralmente em relação ao maior sentido da vertente, encontra-se o perfil SCR-RRj11 (Figura 2b). Ambos foram classificados como Neossolos Regolíticos, segundo Santos et al. (2013). Embora o enquadramento de ambos os perfis nos níveis taxonômicos inferiores do SiBCS deixe a desejar em termos de separá-los adequadamente de outros

Neossolos Regolíticos, totalmente dissimilares em termos de processos genéticos relacionados e manifestação de atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos, sua classificação até quarto nível categórico possibilita-nos relevantes interpretações:

1. Definitivamente, o ambiente desses campos rupestres não está relacionado com a formação de canga laterítica, pois, se assim fosse, os solos aí descritos seriam classificados como Plintossolos. Canga é o termo utilizado para materiais do solo com elevado conteúdo de ferro, gerados por processos pedogenéticos associados a inúmeras etapas de dissolução/reprecipitação dos óxidos de ferro primários, que progressivamente tendem a apagar, no caso, a textura inicial do itabirito, gerando um horizonte incipiente, no qual se pode ou não reconhecer fragmentos da rocha-mãe (VARAJÃO et al., 2009). Os perfis estudados apresentam sua fração grosseira (cascalhos e calhaus) de constituição meramente relacionada ao itabirito: são fragmentos bem preservados e arestados dessa rocha, de diferentes dimensões, fácil e macroscopicamente reconhecível no campo, cuja origem merece estudo, podendo-se, inclusive, aventar sua possível origem relacionada a atividades antrópicas, observadas na paisagem a montante dos perfis. Se a paisagem é natural, os solos aparentam origem relacionada predominantemente ao intemperismo físico, talvez relacionado ao alívio de pressão, com posterior ação mais efetiva de intemperismo químico e biogênico; esses últimos responsáveis, respectivamente, pela dissolução do quartzo (não observado nos fragmentos de itabirito dos perfis) e acúmulo de matéria orgânica.
2. A classificação do perfil SCR-RRj12 como Neossolo Regolítico Perférico húmico (classificação proposta) evidencia o elevado acúmulo de carbono (Apêndice 1) na forma de matéria orgânica por todo o perfil, fato comum nos solos ferruginosos do QF (CARVALHO-FILHO, 2010; REIS, 2014). Reis (2014) argumenta que alguns fatores colaboram para a acumulação da matéria orgânica nesses solos: a condição fria e úmida da montanha, a influência de cupins que, apesar de digerirem a celulose, excretam compostos altamente resistentes à decomposição e, sobretudo, à estabilidade química gerada por complexos organometálicos e interações organominerais. Comparativamente, o perfil SCR-RRj11 (NEOSSOLO REGOLÍTICO Perférico típico) apresenta menor conteúdo de carbono orgânico (Tabela 1), o que lhe confere a designação de horizonte A do tipo moderado. A menor densidade vegetal sobre o mesmo (tons de verde mais claros na Figura 2b), bem como a posição que ocupa na paisagem, com maior comprimento de rampa em relevo mais acidentado, que o tornam mais suscetível à erosão hídrica comparativamente a do perfil SCR-RRj12, são os possíveis responsáveis por essas diferenças.

Mina Córrego do Feijão (Brumadinho)

Em um seguimento de vertente, de seu terço superior ao inferior, foram abertos, descritos e amostrados quatro perfis de solos (BM-CXbd14, BM-CHd15, BM-LVAd16 e BM-LVd17), sendo um no terço superior, dois no médio e um no inferior (Figuras 2c e 3). Também foram abertos e descritos dois perfis em tipo de terreno (BT -TT18 e BT -TT19). Os solos diferenciam-se ao longo da vertente, cujas classes e atributos estão intimamente relacionados à sua curvatura e declividade. Em situação de terço superior, em relevo suave ondulado de curvatura côncava, localiza-se o perfil BM-LVd17, classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico de textura muito argilosa, que não apresenta o caráter álico. A coloração avermelhada do horizonte B é compatível ao maior conteúdo de Fe obtido por ataque sulfúrico em relação aos demais perfis (Apêndices 1, 2 e 3). Essa coloração possivelmente está relacionada à melhor drenagem do perfil que favorece a permanência de hematita no sistema, responsável pelas cores vermelhas dos solos. O relevo menos declivoso na posição da paisagem onde está o perfil BM-LVd17 favorece os fluxos verticais de água, que é prontamente drenada devido ao seu menor conteúdo e à maior profundidade do solo em relação aos demais perfis, ao mesmo tempo em que acelera o processo de intemperismo e seu aprofundamento, com baixas taxas de erosão e remoção do solo.

À medida que se caminha para o talvegue da vertente a partir do perfil BM-LVd17 há aumento da

declividade, que passa de suave ondulado (perfil LVd17) para ondulado, mantendo-se a concavidade e declividade até próximo ao perfil BM-LVAd16, quando se dá uma quebra de relevo com mudança de inflexão da curvatura, que passa a ser convexa, quase plana, agora de relevo suave ondulado (Figura 3). Essa posição da vertente convexa de relevo suave ondulado onde está inserido o perfil BM-LVAd16 corresponde ao seu terço médio (Figura 3). Trata-se de um Latossolo Vermelho-Amarelo que apresenta o caráter álico até 68 cm de profundidade (epiálico) e petroplintita (caráter concrecionário) associada a materiais de quartzo na fração cascalho abaixo de 140 cm da superfície. Considerando que parte da vertente estudada (Figura 3), do seu topo ao Ribeirão Casa Branca (aproximadamente 560 m), apresenta o mesmo material de origem, coloração mais amarelada e presença de petroplintita, têm-se evidências claras da presença e maior permanência de água nessa posição da paisagem em relação à do perfil à montante. Tanto a goethita como a petroplintita são formadas em condições úmidas, necessitando, esta última, de variações significativas de umidade no perfil, geralmente relacionadas à oscilação ou suspensão do lençol freático (COELHO et al., 2010).

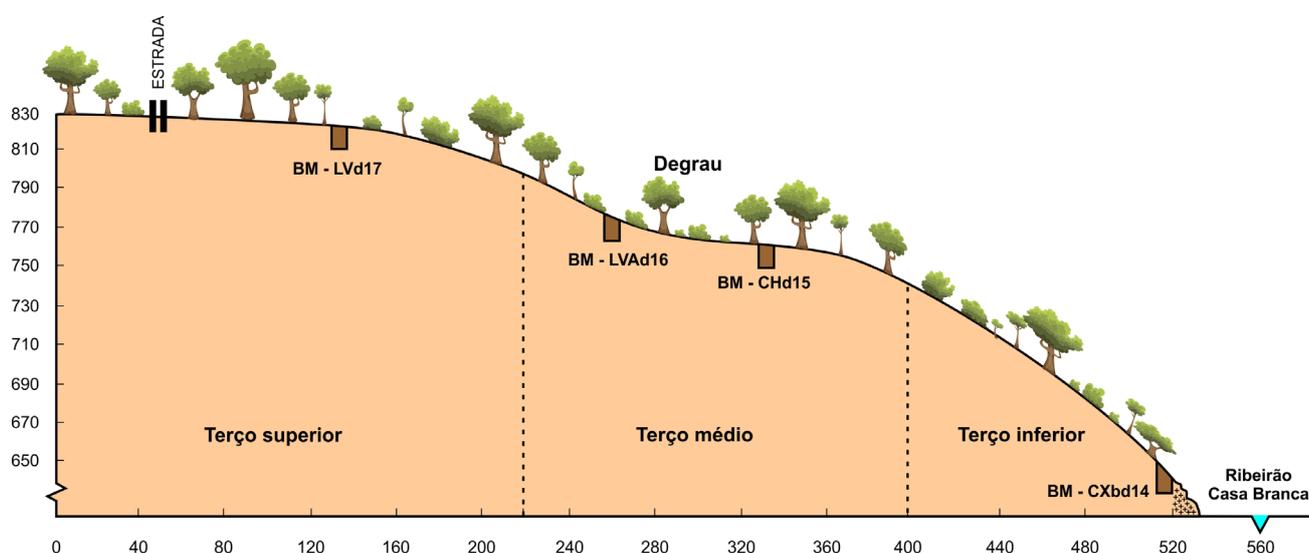


Figura 3. Toposequência do Município de Brumadinho (MG), Mina Córrego do Feijão, ressaltando a localização dos perfis estudados e as variações do relevo local. O símbolo + na figura refere-se à rocha granítica que aflora no final de seu terço inferior.

O perfil BM-CHd15 dista aproximadamente 60 m do BM-LVAd16. Situado em cota ligeiramente inferior em relação a este (aproximadamente 5 m de diferença de nível), mas, em condições de relevo similar, diferencia-se, em aspectos morfológicos, basicamente pelo tipo e espessura do horizonte superficial, espessura do solum (horizontes A + B) e presença de fragmentos de rocha granítica bastante decompostos (saprolito) e ferruginizados nos horizontes subsuperficiais, juntamente com cascalhos de material de quartzo. O horizonte A é do tipo húmico, sendo o mais espesso e de maior conteúdo de carbono dentre os demais perfis da vertente estudada (Apêndice 2). Ao contrário dos perfis à montante, este apresenta horizonte BC a partir de 127 cm de profundidade e, portanto, menor espessura do solum, cujos horizontes B (incluindo BC) detêm conteúdos crescentes de saprolito com o aumento da profundidade. Nódulos petroplínticos estão presentes em todos os horizontes B nas frações cascalho e calhau, com sua máxima expressão no BCc (Apêndice 2), que é um horizonte concrecionário também dotado de elevados conteúdos de materiais de quartzo na fração cascalho.

Petroplintita e cascalhos de quartzo também foram identificados na base do perfil à montante, BM-LVAd16, evidenciando ocorrência de processos similares para os horizontes onde ocorrem tais materiais, os quais estão parcialmente relacionados à oscilação do lençol freático em uma condição de relevo mais plano que o atual de mais elevado nível de base local. Possivelmente, a petroplintita e o cascalho de quartzo promoveram um controle estrutural nessa porção da vertente, preservando-a

dos processos de denudação geoquímica e erosão. Em consequência, condicionaram a formação de um degrau na vertente, de menor declividade do terreno no seu terço médio onde se localizam tais perfis (Figura 3), ao contrário da paisagem a jusante em que esses processos foram mais efetivos, evidenciados pelo relevo mais dissecado (ondulado e forte ondulado), de conformação convexa até próximo ao talvegue (Figura 3); este último é antecedido por um afloramento de rocha granítica (Figura 3).

O perfil BM-CXbd14, situado no terço inferior da vertente, a aproximadamente 40 m do Ribeirão Casa Branca, foi classificado como Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico. Ao contrário dos perfis à montante, tem textura média, elevados conteúdos de silte (Apêndice 2), presença de saprolito de granito bastante decomposto desde a sua superfície e fragmentos são da mesma rocha em profundidade nas frações calhau e cascalho (horizonte Bi2/R; Apêndice 2). Fragmentos de materiais de quartzo estão ausentes. Sua morfologia e granulometria sugerem tratar-se do perfil mais jovem da vertente, autóctone, originado da decomposição do granito subjacente. Um grande bloco exposto dessa rocha ocorre na transição abrupta e íngreme do terço inferior da vertente para o seu sopé; este de relevo plano (Figura 3), bastante estreito (aproximadamente 15 m de extensão) e de origem flúvio-coluvionar.

É provável que os perfis de terços médio e inferior da vertente estudada tenham sido desenvolvidos a partir de material coluvionar oriundo da alta vertente, fato já relatado por Figueiredo et al. (2004) ao estudar solos e vertente semelhantes no QF. A presença de cascalhos de quartzo e petroplintita na base dos perfis de meia encosta podem sugerir descontinuidade litológica, depositados (quartzo) e originados (petroplintita) em condições de clima mais quente e úmido que o atual, o qual levou à formação de espessa cobertura laterítica (SANTOS, 2003; VARAJÃO et al., 2001) sobre os granitos do QF.

A ocorrência de horizonte A húmico na meia encosta deve ser resultado de uma série de processos e fatores de formação, contemporâneos ou não, conforme sugerido por Calegari (2008), tais como: (a) estabilidade do relevo local após a formação in loco da petroplintita e deposição dos fragmentos de quartzo coluvionares; (b) desenvolvimento de vegetação pretérita mais acumuladora de carbono orgânico em relação às posições mais elevadas da paisagem devido à maior umidade local; (c) espessamento do horizonte A por coluvionamento após formação do degrau estrutural na meia encosta, já em condição de clima atual e menor intensidade de intemperismo e denudação da paisagem; (d) estabilidade química da matéria orgânica gerada por complexos organometálicos, predominantemente com alumínio, cujo maior conteúdo ocorre nos horizontes superficiais dos perfis de meia encosta dentre todos os estudados (Tabela 1).

Dentre os dois perfis descritos e amostrados na pilha de estéril, contígua à vertente acima relatada (Figura 2C), o BT -TT19 encontra-se na primeira berma no sentido do declive, sendo que o BT -TT18 se situa no penúltimo talude. Ao contrário daqueles descritos em Sabará, estes não apresentam horizonte superficial do tipo A, mais escuro e com maior conteúdo de carbono em relação aos subjacentes (Tabela 1). Duas hipóteses podem ser auferidas para essa diferença: (1) não houve cobertura de material de solo após a confecção da pilha de Brumadinho; ou (2) esta pilha é de idade mais recente, não havendo tempo suficiente para desenvolvimento de horizonte superficial. Assim, camadas de C1 a C3 foram identificadas no perfil BT -TT19, e, de C1 a C4, no BT -TT18 (Apêndice 2). Foram separadas, sobretudo, pela coloração, quantidade e composição das frações cascalho e calhau, embora haja diferença quanto aos demais atributos morfológicos, como a estrutura do material terroso (Apêndice 2). Tais frações são dominadas por fragmentos de itabirito, de hematita, petroplintita, quartzo e granito, todos manifestando diferentes graus de decomposição, desde totalmente preservados até bastante alterados.

Similar ao descrito para o perfil ST-TT13 em Sabará, os teores de areia em todas as camadas C se

sobrepõem aos de silte, os quais, por sua vez, são superiores aos de argila. Os valores individuais de cada fração são também similares (Apêndice 2), sendo as frações argila (média de 219 g kg⁻¹ em Brumadinho e de 126 g kg⁻¹ em Sabará) e silte (média de 282 g kg⁻¹ em Brumadinho e de 357 g kg⁻¹ em Sabará) as que mais variaram entre as áreas. Em consequência, a relação silte/argila variou significativamente entre as áreas estudadas, sendo muito superior para as camadas do perfil de Sabará, ST -TT13 (média de 2,85) em relação às dos perfis de Brumadinho, BT -TT18 e BT -TT19 (média de 1,32).

Mina Miguelão (Nova Lima/Centro de Tecnologia de Ferrosos)

Plintossolos foram as únicas ordens de solos identificadas na Mina Miguelão (Apêndice 3), cujas origens possivelmente estão relacionadas aos intensos processos de erosão e coluvionamento associados à degradação supergênica das cangas lateríticas; estas, por sua vez, originadas do intemperismo do itabirito por meio de inúmeras etapas de dissolução/reprecipitação dos óxidos primários de ferro, que, progressivamente, obliteraram totalmente a textura inicial do itabirito (VARAJÃO et al., 2009). Daí serem classificados como Plintossolos, enquanto os perfis estudados nos campos rupestres de Sabará são Neossolos Regolíticos (SCR-RRj11 e SCR-RRj12), cujos fragmentos pouco alterados de itabirito foram os únicos materiais identificados nas suas frações cascalho e calhaus.

Os Plintossolos da área, no entanto, variam significativamente. As diferenças mais relevantes entre os perfis estudados referem-se: (a) à presença, continuidade lateral e profundidade de ocorrência do horizonte litoplíntico; (b) ao tipo e classe textural dos horizontes superficiais; (c) à classe textural do material terroso existente entre os nódulos petroplínticos dos horizontes; e (d) à quantidade de terra fina nos horizontes e camadas. Essa heterogeneidade promove variações ambientais que governam ou influenciam a distribuição das espécies e o adensamento da biomassa, fato já constatado por Pereira (2010) em um campo rupestre ferruginoso do QF. Esse autor argumenta que os solos sobre as formações ferríferas são, de maneira geral, rasos, distróficos e com alta concentração de nódulos ferruginosos, tal como encontramos na área de estudo (Apêndice 3). Esses fatores submetem a vegetação local à forte pressão de seleção (PEREIRA, 2010).

A quantidade de terra fina foi o atributo que mais se relacionou ao porte e densidade vegetal. Assim, os perfis NVC-FFif20, NVC-FFc21, NVC-FFc23 e NVC-FFif25 (Figura 2d) foram os que apresentaram vegetação de maior porte e densidade, cujos conteúdos de terra fina nos horizontes superficiais A e, eventualmente AB, são os mais elevados dentre os perfis estudados (Apêndices 1, 2 e 3). No entanto, outros fatores interferiram na estrutura da vegetação dos campos rupestres, como a profundidade efetiva e aspectos geomorfológicos, fato já constatado por vários autores (CONCEIÇÃO; PIRANI, 2007; JACOBI et al., 2007; MESSIAS et al., 2012; PEREIRA, 2010), os quais determinam condições ambientais mais ou menos adversas ao desenvolvimento radicular das plantas nativas, sobretudo relacionadas à capacidade de armazenamento e permanência de água no solo durante a estação seca (SARTHOU et al., 2009). Tais condições definiram diferentes tipos de habitats e fitofisionomias na área estudada. A Tabela 2 mostra, tentativa e comparativamente, a complexa interação entre as geoformas encontradas na área, as fitofisionomias, os tipos de solos e seus fatores limitantes, relacionados, possível e principalmente, ao volume de solo explorado pelas raízes, ao acúmulo de água no perfil e desenvolvimento radicular.

Dentre os fatores que interferem na estrutura da vegetação, as condições de relevo em uma mesma fitofisionomia, por exemplo, ora podem ser consideradas como favoráveis ao desenvolvimento das plantas, ora um fator limitante para tal (Tabela 2). Isso se dá porque os fatores constantes na referida tabela são analisados de maneira comparativa e interativa entre as diferentes fitofisionomias encontradas na área de estudo.

Tabela 2. Fitofisionomias estudadas da Mina Miguelão, Nova Lima (MG), em diferentes geoformas, tipos de solo e atributos morfopedológicos relacionados, que mais influenciam, comparativamente, o acúmulo de água no solo e desenvolvimento radicular das plantas nativas.

Geoforma	Fitofisionomia	Classe de solo até 4º nível categórico	Atributos morfopedológicos favoráveis e limitantes
Áreas de relevo plano e suave ondulado, ligeiramente côncavas, situadas no terço médio de vertente	Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo de porte médio	Plintossolo Pétrico Litoplíntico típico (NVC_F20) e Plintossolo Pétrico Litoplíntico latossólico úmbrico (NVC_F25)	Favoráveis: relevo e curvatura da vertente; terra fina ocupando mais que 900 g kg ⁻¹ de solo no horizonte superficial (pelo menos nos primeiros 10 cm do perfil); textura argilosa ou muito argilosa; presença de fendas no horizonte litoplíntico preenchidas com solo Limitantes: pequena profundidade efetiva (inferior a 50 cm)
Áreas de relevo suave ondulado e ondulado, côncavas convergentes, situadas no terço médio e médio/superior de vertente	Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo de porte médio	Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico úmbrico (NVC_F21) e Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico húmico (NVC_F24)	Favoráveis: relevo e curvatura da vertente; terra fina ocupando mais que 950 g kg ⁻¹ de solo nos horizontes superficiais (primeiros 30 cm da superfície do solo) ou associação de pequena quantidade de terra fina (inferior a 200 g kg ⁻¹ de solo) com elevada profundidade efetiva (horizonte litoplíntico abaixo de 150 cm de profundidade); textura siltosa mais fina; horizonte litoplíntico próximo ou acima de 80 cm de profundidade; expressivo conteúdo de matéria orgânica até essa profundidade (carbono orgânico superior a 17 g kg ⁻¹) Limitantes: pequena profundidade efetiva (inferior a 90 cm) ou pequena quantidade de terra fina
Áreas de relevo ondulado, convexas, situadas no terço superior de vertente	Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo de porte baixo	Plintossolo Pétrico Litoplíntico típico (NVC_F22) e Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico húmico (NVC_F26)	Favoráveis: relevo não favorece o acúmulo e permanência de água estagnada no perfil por longos períodos de tempo Limitantes: relevo e curvatura da vertente não favorecem a manutenção de conteúdos adequados de água disponível no perfil; terra fina ocupando menos que 200 g kg ⁻¹ de solo até 30 cm de profundidade; pequena profundidade efetiva (inferior a 80 cm)
Topo de relevo plano de curvatura convexa.	Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo de porte alto	Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico húmico (NVC_F23)	Favoráveis: relevo; terra fina ocupando mais que 450 g kg ⁻¹ de solo nos primeiros 30 cm superficiais; profundidade do solum (horizontes A + B) acima de 100 cm da superfície; espessura do horizonte A acima de 50 cm; textura argilosa ou muito argilosa da fração terra fina Limitantes: baixo conteúdo de terra fina entre 30 e 100 cm de profundidade
Áreas côncavas de relevo plano e suave ondulado de terço médio de vertente	Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo	Plintossolo Pétrico litoplíntico arênico úmbrico (NVC_F27)	Favoráveis: relevo favorece a remoção do excesso de água durante a época das chuvas Limitantes: baixa profundidade efetiva (inferior a 25 cm); baixos conteúdos de terra fina (inferior a 400 g kg ⁻¹); textura arenosa da fração terra fina
Depressões fechadas de relevo plano, situadas no terço médio de vertente	Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso	Plintossolo Pétrico litoplíntico latossólico (NVC_F28)	Favoráveis: valores elevados de terra fina nos primeiros 20 cm superficiais (acima de 800 g kg ⁻¹ de solo) Limitantes: relevo e horizonte litoplíntico a pouca profundidade (40 cm) favorecem a estagnação de água durante a época das chuvas; baixa profundidade efetiva (inferior a 40 cm)

Assim, na fitofisionomia de Campo Rupestre Ferruginoso de porte baixo (Figura 4c), as condições locais de relevo ondulado em curvatura convexa favorecem o runoff (escoamento superficial da água de chuva). Esse fato é vantajoso quando comparamos às condições de relevo dos Campos Rupestres Ferruginosos Herbáceos Brejosos (Figuras 4c e 4d), por exemplo, as quais favorecem a estagnação de água da chuva por longos períodos durante a época chuvosa. Por outro lado, é fator limitante quando comparamos às condições de relevo onde ocorrem os Campos Rupestres Ferruginosos de porte alto (Figura 4a), pois, nesta fitofisionomia, o relevo plano favorece a infiltração da água de chuva e manutenção de maiores conteúdos de água disponível por maior período de tempo. No entanto, os fatores que interferem na estrutura da vegetação local devem ser analisados conjuntamente. Por exemplo, a quantidade de terra fina, ou mesmo, o tamanho dos cascalhos e calhaus de nódulos petroplínticos presentes nos horizontes e camadas dos perfis influenciam sobremaneira a sua dinâmica hídrica, como é o caso da retenção de umidade, de tal forma que, numa mesma situação de relevo, aqueles horizontes ou camadas com maior conteúdo de terra fina provavelmente terão mais água disponível para a vegetação crescer e desenvolver.

A observação, em escala detalhada, das áreas de cangas lateríticas em Nova Lima revelaram microhabitats para a fauna e flora com diferentes tipos de solos que são pouco estudados em trabalhos sistemáticos no Brasil (SCHAEFER et al., 2015). Assim, uma visão integrada e detalhada das paisagens de canga é necessária para entender (1) a grande diversidade paisagística e geoambiental dessas áreas, cuja evolução da paisagem é resultado de uma complexa história que envolve processos genéticos, alternâncias climáticas e materiais de origem diferenciados, os quais são responsáveis por diferentes e variadas tipologias de cangas e tipos de solos, muitas vezes manifestos em curto espaço geográfico; e (2) a complexa interação entre os atributos do solo e as variáveis ambientais (relevo, por exemplo) que interferem na diversidade de plantas e organismos do solo, os quais definem, entre outros fatores, a dinâmica hídrica; possivelmente, o principal agente condicionante desses microhabitats.

Em termos gerais, pode-se hipotetizar que a evolução da paisagem local é bastante complexa, compreendendo a formação inicial das cangas lateríticas originadas do intemperismo do itabirito após inúmeras etapas de dissolução/reprecipitação dos óxidos primários de ferro que, progressivamente, obliteraram totalmente a textura inicial da rocha de origem (VARAJÃO et al., 2009), tal como comentado anteriormente. Variações locais de relevo e constituição das cangas foram submetidas a diferentes condições de intemperismo químico e físico relacionados às variações climáticas Quaternárias responsáveis pela conformação da paisagem atual (SCHAEFER et al., 2008), com forte atuação de processos erosivos (VARAJÃO et al., 2009) fluviais e pluviais, denudando a paisagem e originando, sobretudo, os horizontes de constituição total ou parcialmente coluvionares que se assentam sobre as atuais cangas lateríticas da área estudada.

A identificação dos horizontes coluvionares, ou seja, de descontinuidade litológica, não é um procedimento simples devido à complexidade natural das cangas e dos processos envolvidos na formação dos solos sobre elas, bem como por se tratar de transporte de solo, incluindo cascalhos e calhaus de petroplintita, a curtas distâncias e, por isso, de mesma constituição em relação àqueles eventualmente formados *in situ* a partir do intemperismo das cangas. No entanto, sua existência pode ser inferida a partir das seguintes observações: (1) presença de transição abrupta entre o horizonte litoplíntico de alguns perfis e o sobrejacente, praticamente destituído de calhaus e cuja granulometria da fração terra fina pode variar, entre perfis próximos, desde argilosa até arenosa, tal como ocorre nos perfis NVC-FFIf20 e NVC-FFIf27, respectivamente (Apêndice 3); de fato, as posições e condições locais desses perfis na paisagem atual são favoráveis à deposição de material coluvionar; (2) grande variação da quantidade das frações cascalho e calhaus entre horizontes ao longo de um mesmo perfil, tal como ocorre no perfil NVC-FFc23 (Apêndice 3), de maior cota e mais profundo dentre os estudados. Este, ainda, concentra uma linha de cascalhos e, sobretudo, de calhaus de



Figura 4. Fitofisionomias dos campos rupestres de Nova Lima: (a) campo rupestre ferruginoso de porte alto; (b) campo rupestre ferruginoso de porte médio; (c) campo rupestre ferruginoso herbáceo brejoso no primeiro plano e, ao fundo, campo rupestre ferruginoso de porte baixo; e (d) campo rupestre ferruginoso herbáceo no primeiro plano e, ao fundo, campo rupestre ferruginoso de porte médio. Notar coloração alaranjada no campo herbáceo brejoso (c), indicativo de ambiente mais úmido em relação ao campo herbáceo (d), o qual favorece a formação de goethita, em detrimento da hematita.

nódulos petroplínticos de tamanhos similares que definem a transição dos horizontes Ac2 e ABc, juntamente com o aumento significativo desta fração neste último horizonte (Apêndice 3).

Análise multivariada dos sub-horizontes subsuperficiais

Análise de agrupamentos (HCA)

Os níveis de similaridade entre os diferentes horizontes B estudados são mostrados no dendograma da Figura 5, o qual é baseado nas análises de agrupamentos. Embora haja uma grande variabilidade dos atributos analisados, facilmente observada pela expressiva quantidade de agrupamentos de maior nível de similaridade (distância euclidiana inferior a 6; Figura 5), fato comum quando se analisam horizontes de solos oriundos de diferentes classes taxonômicas, processos pedogenéticos e materiais de origem, há relevantes tendências gerais ao relacioná-los, como veremos a seguir.

Em Sabará, todos os horizontes B dos Cambissolos sob eucalipto (SE-CXbd8, SE-CXbd9 e SE-CXbd10) foram reunidos no agrupamento de número 5 (Figura 5), os quais, por sua vez, foram separados dos horizontes do único perfil classificado como Latossolo (SE-LVd7) sob esse mesmo uso. Os horizontes desse Latossolo (SE-LVd7), por sua vez, encontram-se no agrupamento 4, o qual, juntamente com o agrupamento 7, englobam todos os solos estudados sob floresta e campo cerrado da Mina Córrego do Meio (Figura 5). Esses dois agrupamentos (4 e 7) guardam grande dissimilaridade entre si (distância euclidiana acima de 12), possível e principalmente devido a forte influência da cobertura vegetal original sobre os atributos do solo, sobretudo relacionados ao conteúdo e estoque de carbono. De fato, o agrupamento 4 engloba todos os horizontes mais superficiais B (BA e Bi, por exemplo) dos perfis sob floresta, excetuando-se o horizonte BA do perfil SC-CXbd6 sob campo cerrado e, como citado anteriormente, todos os horizontes do único solo (Latossolo) com horizonte A húmico (SE-LVd7) descrito e amostrado neste estudo sob floresta ou campo cerrado. Essas exceções ou são facilmente justificadas ou corroboram a hipótese, até então não especulada e comprovada neste trabalho, de que os solos sob floresta da Mina Córrego do Meio acumularam mais carbono em relação aos de cerrado, influenciando sobremaneira seus atributos, inclusive em profundidade.

Embora a vegetação atual do perfil SE-LVd7 (Latossolo com horizonte A húmico) seja eucalipto, a original possivelmente era floresta. Obviamente, o fato de todos os seus horizontes B estarem no agrupamento 4 corrobora o efeito da vegetação no acúmulo de carbono no perfil, inclusive em profundidade, bem como o papel desse atributo na definição do referido agrupamento. Por outro lado, dentre os perfis descritos e amostrados sob campo cerrado, o SC-CXbd6 é o que se encontra fisicamente mais próximo à vegetação de floresta, o que sugere a participação dessa vegetação na formação e evolução do perfil. A isso se somam os seguintes fatos: (1) o outro horizonte deste perfil (SC-CXbd6-Bi) é o único do agrupamento 5 que não está sob vegetação de eucalipto; (2) dentre os agrupamentos, os de número 4 e 5 são os que apresentam maior similaridade (distância euclidiana inferior a 7); e (3) solos sob eucalipto apresentaram os maiores conteúdos mínimos, máximos e médios ($1,6 \text{ g kg}^{-1}$, $36,1 \text{ g kg}^{-1}$ e $11,8 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente) de carbono orgânico no perfil, seguidos daqueles sob floresta ($1,4 \text{ g kg}^{-1}$, $24,2 \text{ g kg}^{-1}$ e $8,6 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente) e campo cerrado ($1,1 \text{ g kg}^{-1}$, $16,3 \text{ g kg}^{-1}$ e $6,0 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente).

Em vista do exposto, os resultados observados com HCA relativos aos agrupamentos naturais 4 e 5 possibilitaram, concomitantemente:

1. Validar os critérios diagnósticos utilizados do SiBCS (SANTOS et al., 2013) para separar os solos da Mina Córrego do Meio, sobretudo Latossolos de Cambissolos, já que todos os horizontes do Latossolo húmico foram agrupados (perfil SE-LVd7; subagrupamento 4-3) separadamente dos Cambissolos (subagrupamentos

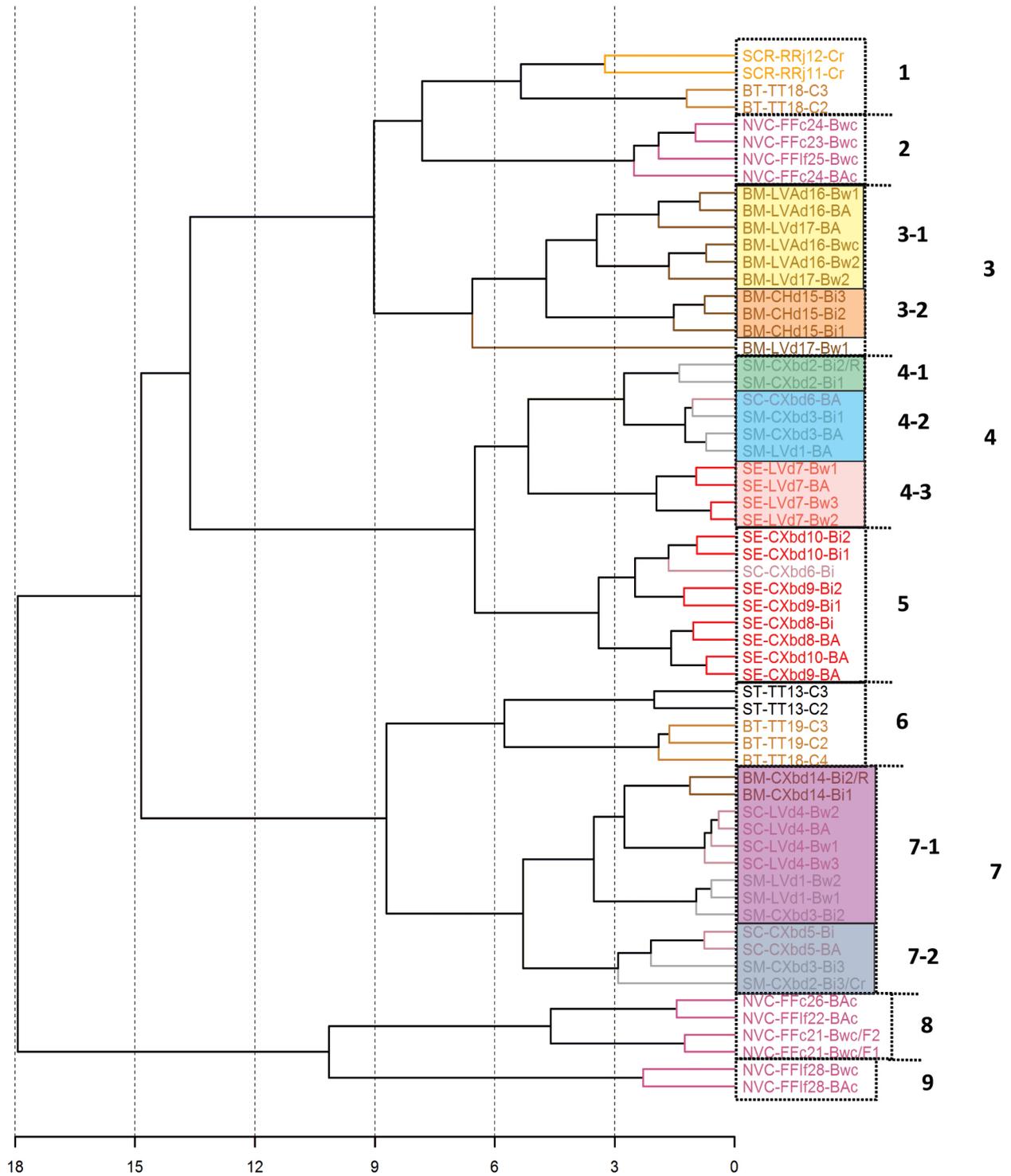


Figura 5. Dendrograma considerando-se as 12 variáveis químicas e físicas dos horizontes subsuperficiais utilizados na análise de agrupamentos dos solos das áreas de estudo. Cada horizonte é identificado por um símbolo que representa o número do perfil, sua classificação taxonômica e a nomenclatura do horizonte propriamente dito. À direita do dendrograma são mostrados os agrupamentos (1 a 9) mais relevantes e os subagrupamentos dos agrupamentos 3 (3-1 e 3-2), 4 (4-1, 4-2 e 4-3) e 7 (7-1 e 7-2), que estão destacados por cores.

4-1 e 4-2), mesmo sendo a maioria deles intermediários para Latossolos. Mesmo entre os Cambissolos, aqueles intermediários para Latossolos (SM-CXbd3 e SC-SCbd6) tiveram seus horizontes agrupados e separados (subagrupamento 4-2) em relação ao típico da classe (subgrupamento 4-1; SM-CXbd2). Resultados similares podem ser observados no agrupamento 7.

2. Avaliar o efeito da cobertura vegetal sobre os atributos do solo, sobretudo quanto ao conteúdo de carbono orgânico no perfil.

O efeito possível e sobretudo do material parental sobre os atributos dos Latossolos e Cambissolos estudados também pode ser observado na HCA da Figura 5. O agrupamento 3 englobou quase todos os horizontes dos perfis de Brumadinho, originados da decomposição *in situ* e/ou, sobretudo, do retrabalhamento de materiais de rochas efusivas ácidas, o qual, por sua vez, mostra elevada dissimilaridade (distância euclidiana acima de 13) em relação aos Latossolos e Cambissolos derivados de rochas metassedimentares da Mina Córrego do Meio, em Sabará (agrupamentos 4 e 5). Nesse mesmo agrupamento também é evidente a eficácia dos critérios utilizados no SiBCS em separar Latossolos (subagrupamento 3-1) de Cambissolos (subagrupamento 3-2).

Uma aparente disparidade nos dados de HCA da Figura 5 é o agrupamento dos horizontes de um Cambissolo de Brumadinho, perfil BM-CXbd14, com a maioria dos horizontes dos Latossolos Vermelhos descritos e coletados sob vegetação de campo cerrado (SC-LVd4) e floresta (SM-LVd1), em Sabará (subagrupamento 7-1). Dois comentários podem ser auferidos desse resultado:

1. Tal como comentado anteriormente, nossa interpretação é que a atual edição do SiBCS (SANTOS et al., 2013) errou ao retirar o critério “relação silte/argila” para discriminar Latossolos de Cambissolos, a qual está presente na edição anterior (SANTOS et al., 2006). De fato, esse critério foi e sempre será eficaz para avaliar o estágio de intemperismo dos solos tropicais, tal como consta na própria 3ª Edição do SiBCS (SANTOS et al., 2013, p. 45), assim como o é, especificamente, para os solos estudados, como veremos a seguir. Os perfis SC-LVd4 e SC-CXbd5 (agrupamento 7 da Figura 5), por exemplo, estão na mesma superfície geomórfica e fisicamente bastante próximos entre si (distam aproximadamente 70 m), o que, associado a grande similaridade morfológica e analítica (Apêndice 1), evidenciam a ação de processos morfopedológicos e material de origem similares na formação dos perfis e evolução da paisagem local. Tais solos são ampla e indubitavelmente reconhecidos na literatura como pouco evoluídos, como pode ser observado nos trabalhos de Carvalho-Filho et al. (2010), Schaefer et al. (2015) e Varajão et al. (2009). Assim, sugere-se rever a importância da referida relação na 3ª edição do SiBCS de tal forma que tais Latossolos com teores muito elevados de silte sejam enquadrados na ordem dos Cambissolos.
2. Esses Latossolos (perfis SM-LVd1 e SC-LVd4), no entanto, são mais evoluídos (mais profundos e não apresentam saprolito nos horizontes B superficiais; Apêndice 1) em relação aos Cambissolos. Novamente, sugere-se que o SiBCS seja revisto de tal forma que permita agrupá-los numa mesma ordem e fazer sua distinção apenas no quarto nível categórico, lançando-se mão de atributos morfológicos (profundidade e presença de saprolito, por exemplo) que evidenciem o grau de evolução dos solos. Obviamente, essa maior evolução dos perfis SM-LVd1 e SC-LVd4 é refletida nos seus atributos, os quais foram similares àqueles encontrados nos horizontes subsuperficiais do perfil menos evoluído de Brumadinho, o BM-CXbd14. Daí a pequena distância euclidiana observada entre tais perfis no subagrupamento 7-1 da Figura 5, evidenciando que, independentemente do material de origem, os solos podem manifestar atributos similares dependendo do grau de evolução (idade relativa do solo) pedogenética. O subagrupamento 7-2, por sua vez, englobou a maioria dos sub-horizontes B mais profundos dos Cambissolos menos evoluídos (SM-CXbd2, SM-CXbd3 e SC-CXbd5) em relação aos perfis SM-LVd1 e SC-LVd4, corroborando os argumentos acima de separá-los apenas no quarto nível categórico do SiBCS.

Os demais agrupamentos da Figura 5 evidenciam: (1) a grande heterogeneidade, em relação aos

atributos analisados, entre as camadas dos tipos de terreno estudados (perfis ST -TT13, BT -TT18 e BT -TT19), uma vez que ora apresentam similaridades aos horizontes dos perfis sob campo rupestre em Sabará (SCR-RRj11 e SCR-RRj12; agrupamento 1) e aos Plintossolos de Nova Lima (NVC-FFc23, NVC-FFc24 e NVC-FFf125; agrupamento 2), ora aos horizontes dos Cambissolos e Latossolos de Sabará e Brumadinho (agrupamentos 6 e 7); heterogeneidade essa, obviamente, dependente da constituição do material utilizado na construção das pilhas de estéril, que pode variar de camada para camada; e (2) a particularidade dos atributos dos Plintossolos de Nova Lima (agrupamentos 2, 8 e 9) originados da decomposição das cangas lateríticas, sobretudo do perfil NVC-FFf28 (agrupamento 9), único estudado sob campo rupestre ferruginoso brejoso. Seus horizontes, juntamente aos dos perfis NVC-FFc21, NVC-FFf22 e NVC-FFc26 (agrupamento 8), foram os que apresentaram maior distância euclidiana (próxima a 18) em relação aos demais agrupamentos estudados.

Análise de Componentes Principais (CP)

O primeiro, segundo e terceiro componentes principais foram responsáveis, respectivamente, por 35,89%, 24,38% e 13,06% do total da variação observada, o que, somados, representam 73,33% da variação global referente aos atributos químicos e físicos analisados (Tabela 3).

Os maiores pesos ($\geq 0,30$) nos componentes foram registrados para os seguintes atributos (variáveis) analisados: terra fina (TF), areia grossa (AG), areia fina (AF), silte, relação silte/argila e carbono (C) no primeiro componente; argila, alumínio extraível (Al^{3+}), saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m%) no segundo componente; e silte, argila, silte/argila, soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions e carbono no terceiro componente. Assim, o CP1 representa, sobretudo, as

Tabela 3. Autovalor, variância e correlações entre as variáveis dos horizontes subsuperficiais selecionados de 28 perfis estudados no QF, municípios de Sabará (Mina Córrego do Meio), Brumadinho (Mina Córrego do Feijão) e Nova Lima (Mina Miguelão).

	CP1	CP2	CP3
Autovalor	4,31	2,93	1,57
% da variância	35,89	24,38	13,06
% cumulativa	35,89	60,27	73,33
Variáveis	Fator peso *		
	CP1	CP2	CP3
Terra fina (TF)	-0,34	0,16	0,18
Areia grossa (AG)	0,30	-0,23	-0,08
Areia fina (AF)	-0,32	-0,20	0,05
Silte	-0,38	-0,05	-0,41
Argila	0,20	0,37	0,40
Silte/Argila	-0,33	-0,29	-0,37
Soma de bases (SB)	0,25	-0,16	-0,30
Alumínio extraível (Al^{3+})	-0,21	0,42	-0,22
Capacidade de Troca de Cátions (CTC)	0,28	0,24	-0,44
Saturação por Bases (V%)	-0,01	-0,43	0,17
Saturação por Alumínio (m%)	-0,27	0,43	-0,10
Carbono (C)	0,38	0,15	-0,34

* Variáveis com peso igual ou maior que $|0,30|$ são mostradas em negrito.

variáveis físicas responsáveis pela diferenciação entre grupos, embora o teor de carbono, juntamente com silte, sejam as variáveis de maior fator peso. No CP2, por sua vez, as variáveis químicas preponderaram na diferenciação dos grupos, enquanto no CP3 há uma mescla de atributos físicos e químicos responsáveis pela sua diferenciação.

A Figura 6 mostra os gráficos de escores (sub-horizontes) e de pesos (variáveis/atributos do solo) da análise de Componentes Principais, considerando-se as mesmas 12 variáveis utilizadas na HCA e apenas os dois primeiros componentes, os quais, somados, perfazem 60,27% da variação global (Tabela 3). Pelo exame dos gráficos de escores (Figura 6a), observa-se nitidamente a diferenciação de 7 grupos, enumerados e separados por uma elipse, cuja importância dos atributos na sua definição pode ser visualizada no gráfico de pesos da Figura 6b. São as seguintes relações entre os grupos, classes de solos e atributos para os horizontes e perfis estudados:

1. Os horizontes associados ao grupo 1, que engloba o maior número de horizontes e perfis dentre os estudados, majoritariamente ocupam o quadrante superior esquerdo do gráfico. Neste grupo, encontram-se, por exemplo, todos os horizontes B analisados dos perfis sob vegetação de eucalipto (subgrupo 1-1). A Figura 6a e a Tabela 3 (maiores fatores peso no CP2) evidenciam que Al^{3+} e $m\%$ são as variáveis que mais influenciaram na formação deste grupo. De fato, a maioria dos solos estudados sob campo cerrado, floresta e eucalipto são álicos (Tabela 1). Sob floresta, no entanto, seja em Brumadinho (perfis BM-LVAd16 e BM-LVd17) ou em Sabará (SM-LVd1), os Latossolos descritos e amostrados ou apresentaram o caráter álico apenas em superfície (epiálico; perfis SM-LVd1 e BM-LVAd16) ou este está ausente (BM-LVd17). Por outro lado, os maiores Al^{3+} e $m\%$ em subsuperfície foram registrados para os solos sob eucalipto, tal como comentado anteriormente. Dentre esses, os horizontes BA e Bw1 do perfil mais evoluído de Sabará, o Latossolo Vermelho (SE-LVd7), de maior distância euclidiana no CP2 (subagrupamento 1-1), foram os horizontes subsuperficiais estudados dotados dos maiores conteúdos de Al^{3+} (2,6 e 2,1 $cmol_c\ kg^{-1}$, respectivamente).
2. O agrupamento 2, com seus horizontes distribuídos nos quadrantes esquerdos, engloba os horizontes B dos solos estudados (excluindo-se tipo de terreno) que apresentam, concomitantemente, os maiores valores de silte e da relação silte/argila. Todos ou parte dos sub-horizontes B estudados dos Cambissolos e Latossolos de Sabará encontram-se nesse agrupamento, destacando-se os perfis SM-LVd1, SM-CXbd3, SC-LVd4 e SC-CXbd5 (subagrupamento 2-1); este último apresentando todos os seus horizontes com valores de silte acima de 460 $g\ kg^{-1}$ e relação silte/argila superior a 2,00, sendo que os Latossolos SM-LVd1 e SC-LVd4 detêm conteúdos de silte acima de 300 $g\ kg^{-1}$ em todos os seus horizontes, com relação silte/argila próximo (0,94; SM-LVd1-Bw1) ou bem acima (1,43; SC-LVd4-Bw3) de uma unidade. Definitivamente, como constatado na análise de HCA, são pouco intemperizados e, por isso, reafirma-se aqui a necessidade de revisão da terceira edição do SiBCS a fim de melhor enquadrá-los taxonomicamente. A esses perfis no agrupamento 2, somam-se todos os horizontes do perfil menos intemperizado de Brumadinho, o BM-CXbd14, bem como todos (SC-CXbd6) ou parte (SM-CXbd2) dos horizontes dos perfis SM-CXbd2 e SC-CXbd6 de Sabará. A relação silte/argila acima de 0,7 nos sub-horizontes B do perfil BM-CXbd14 de Brumadinho, identificada na topossequência daquela região, corrobora com os critérios morfológicos (presença de saprolito, sobretudo) descritos para esse perfil a fim de enquadrá-lo na ordem dos Cambissolos, reafirmando a importância de tal critério diagnóstico para a classificação taxonômica dessa ordem e sua separação dos Latossolos. Os sub-horizontes dos perfis SM-CXbd2 e SC-CXbd6, por sua vez, apresentam, concomitantemente, elevados valores de silte, da relação silte/argila, de Al^{3+} e $m\%$, daí suas presenças exclusivas no quadrante superior esquerdo da Figura 6a, onde Al e $m\%$ são as variáveis de maior peso no CP2 (Tabela 3; Figura 6b).
3. O agrupamento 3, situado totalmente no quadrante inferior esquerdo, compreende 5 (ST-TT13-C2, ST-TT13-C3, BT-TT18-C4, BT-TT19-C2 e BT-TT19-C3) dentre as 7 subcamadas analisadas dos perfis descritos em pilha de estéril. Em comum, apresentam os mais elevados conteúdos de areia fina (AF) dentre todos os perfis estudados (valores mínimos, máximos e médios de, respectivamente, 232 $g\ kg^{-1}$, 327 $g\ kg^{-1}$

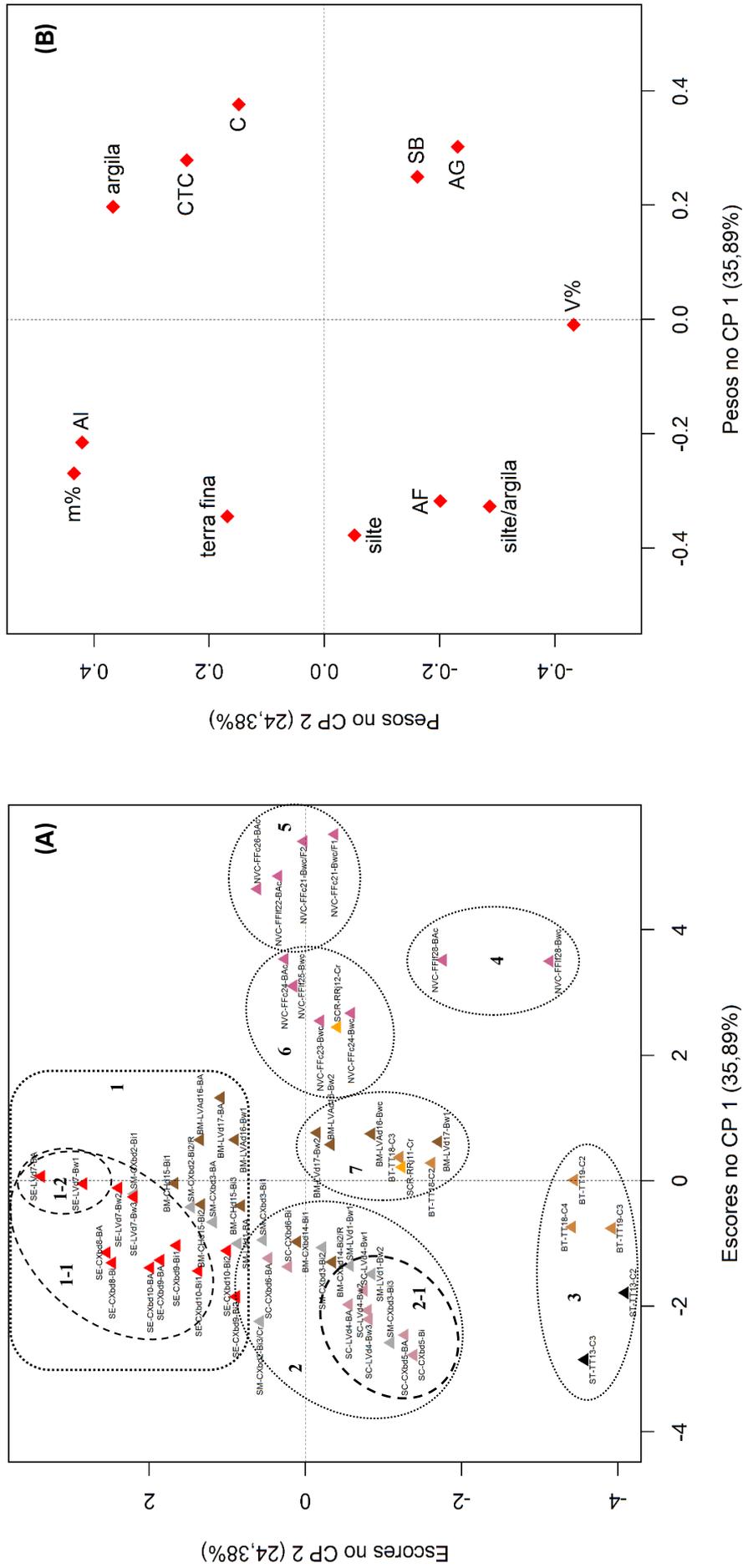


Figura 6. Gráficos (a) de escores entre os Componentes Principais CP1 e CP2, mostrando a formação de agrupamentos entre os horizontes analisados; e (b) de pesos com as 12 variáveis de solo que influenciaram na formação dos referidos agrupamentos. Os símbolos do gráfico (a) representam o número de identificação dos perfis seguidos pelos seus respectivos horizontes estudados; os símbolos do gráfico (b) representam: m% – Saturação por Alumínio; V% – Saturação por Bases; Al³⁺ – alumínio extraível; AG – areia grossa; AF – areia fina; C – carbono orgânico; CTC – capacidade de troca de cátions; e SB – soma de bases. As formas geométricas no gráfico (a) delimitam os grupos (1 a 7; linhas pontilhadas) e subgrupos (1-1, 1-2 e 2-1; linhas tracejadas).

e 274 g kg⁻¹) concomitante com elevados conteúdos de silte (valores mínimos, máximos e médios de, respectivamente, 245 g kg⁻¹, 446 g kg⁻¹ e 334 g kg⁻¹) e relação silte/argila (valores mínimos, máximos e médios de, respectivamente, 1,08, 3,16 e 1,95 g kg⁻¹). A Figura 6a evidencia que, além dos atributos supracitados, a saturação por bases (V%) também contribuiu para discriminar esse agrupamento (maior fator pelo negativo no CP2; Tabela 3). Embora baixos (valores mínimos, máximos e médios de, respectivamente, 22%, 46% e 36%), os valores de saturação por base estão entre os maiores obtidos dentre todos os perfis estudados. São camadas literalmente destituídas de Al³⁺, ao contrário da maioria dos horizontes analisados, o que contribui para os maiores valores de V%. Daí sua posição na Figura 6a, totalmente oposta e mais distante em relação ao agrupamento 1.

4. O agrupamento 4, isolado no quadrante inferior esquerdo da Figura 6a, em que areia grossa (AG) e soma de bases (SB) foram as principais variáveis consideradas no quadrante (Figura 6b), compreende todas as duas camadas do Plintossolo sob campo rupestre ferruginoso herbáceo brejoso, perfil NVC-FFIf28. Tais horizontes manifestam os maiores conteúdos de AG (acima de 750 g kg⁻¹) dentre todos os estudados e, conseqüentemente, baixos conteúdos de argila (inferior a 210 g kg⁻¹), o que pode sugerir a ação de processos erosivos, acumulando predominantemente as partículas mais grosseiras (AG) provindas da paisagem a montante, que chegam por enxurrada. As mais finas (incluindo areia fina, silte e argila) foram removidas com a água de drenagem superficial.
5. O agrupamento 5 da Figura 6a, cujos sub-horizontes estão situados, sobretudo, no quadrante superior direito, compreende, exclusivamente, parte dos horizontes dos Plintossolos descritos e amostrados em Nova Lima, todos fortemente influenciados pela decomposição das cangas lateríticas. A Figura 6b e a Tabela 3 evidenciam que o carbono orgânico (maior peso na CP1; 0,38) e, secundariamente, a capacidade de troca catiônica (CTC), foram as variáveis que mais influenciaram na individualização desse agrupamento. De fato, foram os sub-horizontes dos Plintossolos de Nova Lima que registraram os maiores teores de carbono orgânico (C) e CTC em subsuperfície dentre todos os sub-horizontes dos perfis estudados. Por exemplo, os maiores valores de C encontrados, 30,8 kg⁻¹, 27,3 g kg⁻¹ e 25,9 g kg⁻¹, correspondem, respectivamente, aos horizontes BAc ou Bwc dos perfis NVC-FFc21, NVC-FFIf-22, NVC-FFc26, todos pertencentes ao agrupamento 5 (Figura 6a). A CTC desses solos depende quase exclusivamente do C (SCHAEFER et al., 2008), daí estarem associados no quadrante superior direito da Figura 6a. A origem do C nesses ambientes extremamente oligotróficos, que são sazonalmente submetidos a extremos de variações hídricas e térmicas, será comentada posteriormente.
6. O agrupamento 6 (Figura 6a) compreende, sobretudo, os demais sub-horizontes de Nova Lima que não foram associados nos agrupamentos 4 e 5. Os sub-horizontes dos perfis NVC-FFc23, NVC-FFc24 e NVC-FFIf25 são os principais deste agrupamento. Diferente do agrupamento 4, não apresenta elevados conteúdos de AG e SB. Do agrupamento 5 difere pelos conteúdos de C e CTC bastante inferiores. No entanto, são os sub-horizontes que apresentaram os maiores valores de argila, acima de 600 g kg⁻¹, sendo essa a principal variável condicionante deste agrupamento.
7. Finalmente, o agrupamento 7, totalmente inserido no quadrante inferior direito da Figura 6a, é representado majoritariamente por sub-horizontes dos perfis de Brumadinho. Especificamente, compreende aqueles mais profundos dos Latossolos daquela região, perfis BM-LVAd16 e BM-LVd17, bem como a maioria dos sub-horizontes do perfil BT-TT18, situado na pilha de estéril. O único sub-horizonte do Neossolo Regolítico dos campos rupestres de Sabará, perfil SCR-RR11, também está contido neste agrupamento. A proximidade do agrupamento, sobretudo ao eixo X, de escore zero no CP1, evidencia que seus componentes não se sobressaem pelas variáveis físicas e teor de carbono orgânico (Tabela 3; fator peso no CP1) em relação aos demais horizontes e perfis estudados e, tampouco, se sobressaem pelo elevado teor de Al³⁺ e m% ou SB (Tabela 3; fator peso no CP2). Os sub-horizontes desse agrupamento destacam-se, sobretudo, pelos baixos ou nulos conteúdos de Al³⁺ ($\leq 0,2$ cmol_c kg⁻¹) e valor de m% ($\leq 20\%$).

Os resultados observados com HCA e CP relacionados à classificação dos solos, segundo Santos et

al. (2013), convergiram para corroborar que os critérios analíticos utilizados no SiBCS necessitam de reformulação quanto à separação dos horizontes B incipiente do B latossólico, diagnósticos de subsuperfície dos Cambissolos e Latossolos, respectivamente. Definitivamente, a relação silte/argila mostrou-se um critério relevante para discriminar tais horizontes e solos; principal, fácil de obter e, portanto, prático indicador do grau de intemperismo dos solos, devendo ser considerada na discriminação desses horizontes diagnósticos subsuperficiais.

Estatística descritiva de atributos selecionados dos horizontes superficiais

Os valores mínimo, máximo e a média de carbono orgânico (C) nos horizontes superficiais de todos os perfis estudados foram, respectivamente, 1,5 g kg⁻¹, 75,9 g kg⁻¹ e 21,6 g kg⁻¹ (n = 52). Os maiores valores foram observados para os Plintossolos de Nova Lima e para os Neossolos Regolíticos de Sabará, ambos associados aos campos rupestres ferruginosos. Os valores mínimos, máximos e médios desse atributo para Nova Lima, por sua vez, foram, respectivamente, 11,6 g kg⁻¹, 75,9 g kg⁻¹ e 27,4 g kg⁻¹ (n = 17).

Dentre os Plintossolos dessa região, aquele situado no campo rupestre ferruginoso herbáceo brejoso (perfil NVC-FFIf28) foi o que apresentou o menor conteúdo em superfície, ao contrário do que foi encontrado por Pereira (2010) ao estudar os campos rupestres de canga em Mariana, Minas Gerais. Segundo a autora, o Plintossolo do campo brejoso foi o que apresentou o maior conteúdo do elemento dentre as fisionomias estudadas, argumentando que a sua posição da paisagem associada ao hidromorfismo sazonal condicionaram o acúmulo de materiais carreados, incluindo matéria orgânica. Além disso, a autora salienta que, em condições anaeróbicas, a decomposição da matéria orgânica pela microbiota é retardada, resultando no acúmulo de carbono orgânico no solo. Essas condições são similares ao encontrado em Nova Lima, perfil NVC-FFIf28. No entanto, os seguintes fatores, atuando isolada ou conjuntamente, possivelmente foram responsáveis pelo mais baixo teor de C neste perfil em relação aos demais em Nova Lima:

1. A erosão diferencial, removendo parte das partículas minerais mais leves e da matéria orgânica da área após a drenagem lateral da água superficial. Aliás, a matéria orgânica pode ser mais facilmente removida em relação às partículas minerais de argila devido à sua menor densidade.
2. Segundo Schaefer et al. (2008), muito do carbono orgânico dos solos sobre canga é recalcitrante, semicarbonizado e muito resistente à degradação microbiana, originados de incêndios naturais que episodicamente assolam essas paisagens. Como se trata de área mais úmida em relação às demais, a qual permanece nessa condição por maior período de tempo, a ação do fogo nessas áreas ou foi menos episódica ou mais branda, quer em relação aos locais estudados por Pereira (2010), quer em relação aos demais perfis de Nova Lima, resultando no menor acúmulo de *black-carbon* (carbono originário da queima) e, conseqüentemente, de carbono orgânico.

Os teores de C dos Neossolos Regolíticos dos campos rupestres de Sabará (perfis SCR-RR11 e SCR-RR12) variaram de 25,2 g kg⁻¹ a 47,1 g kg⁻¹ (n = 3) nos horizontes superficiais. Sua origem deve ser similar à daquele encontrado em Nova Lima: trata-se de carbono orgânico recalcitrante, significativa parte dele originado de fogo (*black-carbon*) e muito resistente à decomposição microbiana, a qual também é dificultada pelas condições químicas e ambientais inóspitas à vida microbiana, quer relacionadas ao oligotrofismo e elevado conteúdo de ferro nos solos, quer às variações hídricas e térmicas a que tais solos são sazonalmente submetidos (SCHAEFER et al., 2008), sobretudo seus horizontes superficiais.

Comparando-se os perfis sob floresta (Sabará e Brumadinho), eucalipto (Sabará) e campo cerrado (Sabará; valores mínimo, máximo e média de 6,1 g kg⁻¹, 16,3 g kg⁻¹ e 11,3 g kg⁻¹, respectivamente; n =

4), os maiores teores de C nos horizontes superficiais se identificaram sob eucalipto (valores mínimo, máximo e média de 12,3 g kg⁻¹, 36,1 g kg⁻¹ e 20,5 g kg⁻¹, respectivamente; n = 8) e floresta (mínimo, máximo e média de 6,5 g kg⁻¹, 35,1 g kg⁻¹ e 18,3 g kg⁻¹, respectivamente; n = 17). Dentre os perfis estudados, aqueles com horizonte A húmico, quer em Brumadinho (perfil BM-CHd15 sob floresta; média de C dos horizontes superficiais = 21,0 g kg⁻¹), quer em Sabará (perfil SE-LVd7 sob eucalipto; média de C dos horizontes superficiais = 22,4 g kg⁻¹), foram os que detiveram os maiores teores de C em superfície.

Carvalho-Filho et al. (2010), ao estudarem a relação solo-paisagem no QF, encontraram que, com exceção dos solos ferruginosos, aqueles sob floresta apresentaram teores muito superiores de matéria orgânica e Al³⁺ em relação aos solos sob campo cerrado ou campo, o que corrobora os resultados aqui obtidos. De fato, os teores de Al³⁺ também foram bem inferiores nos solos sob campo cerrado (valores mínimo, máximo e média de 0,6 cmol_c kg⁻¹, 1,1 cmol_c kg⁻¹ e 0,9 cmol_c kg⁻¹, respectivamente; n = 4) em relação aos sob floresta (valores mínimo, máximo e média de 0,7 cmol_c kg⁻¹, cmol_c g kg⁻¹ e cmol_c g kg⁻¹, respectivamente; n = 17) ou eucalipto (valores mínimo, máximo e média de 1,4 cmol_c kg⁻¹, 4,4 cmol_c kg⁻¹ e 2,5 cmol_c kg⁻¹, respectivamente; n = 8), sendo este último uso (eucalipto) o que apresentou os maiores valores médios em superfície, tanto de C como de Al³⁺.

Considerando-se que a vegetação natural sob eucalipto era originalmente floresta na maioria ou, talvez, em todos os perfis estudados sob esse uso, supõe-se que expressiva parte do C atual foi herdado da vegetação original, o que traz ainda mais robustez aos resultados supracitados de Carvalho-Filho et al. (2010). Dentre todos os perfis aqui estudados sob floresta, eucalipto e campo cerrado que apresentaram os maiores conteúdos de Al³⁺, destaca-se aquele com horizonte A húmico sob eucalipto (perfil SE-LVd7 sob eucalipto; média de Al³⁺ dos horizontes superficiais = 3,6 cmol_c kg⁻¹), cujos horizontes superficiais detiveram os maiores teores de C em superfície, tal como encontramos para os horizontes subsuperficiais, evidenciando o papel dos complexos organometálicos na estabilidade química da matéria orgânica desses horizontes (REIS, 2014).

Sob vegetação de campo rupestre, seja em Sabará ou Nova Lima, os teores médios de Al³⁺ nos horizontes superficiais foram inferiores em relação aqueles das demais coberturas vegetais ou uso estudados, com valores mínimos, máximos e média de 0,0 cmol_c kg⁻¹, 1,8 cmol_c kg⁻¹ e 0,5 cmol_c kg⁻¹, respectivamente (n = 20). A natureza predominantemente oxidica dos minerais de argila dos solos desenvolvidos de rochas ricas em ferro, com pouca sílica e alguma alumina residual (SCHAEFER et al., 2015) possivelmente foi o principal responsável por esses resultados.

As tendências de variação do Al³⁺ com a cobertura vegetal ou uso relatadas acima foram acompanhadas pelos valores de m%: os horizontes superficiais dos solos sob vegetação de eucalipto que apresentaram os maiores valores de m% (valores mínimo, máximo e média de, respectivamente, 65%, 85% e 78%; n = 8), seguidos daqueles sob floresta (Sabará e Brumadinho; valores mínimo, máximo e média de, respectivamente, 20%, 82% e 59%; n = 9), campo cerrado (valores mínimo, máximo e média de, respectivamente, 32%, 53% e 44%; n = 4) e campo rupestre (Sabará e Nova Lima; valores mínimo, máximo e média de, respectivamente, 0%, 45%, 35%; n = 20). Nessa última cobertura vegetal, no entanto, destacam-se os maiores valores de m% (valores mínimo, máximo e média de, respectivamente, 39%, 56% e 45%) dos horizontes superficiais dos Neossolos Regolíticos de Sabará, similares àqueles encontrados para campo cerrado, reflexo dos seus menores valores médios de SB (1,3 cmol_c kg⁻¹) e maiores de Al³⁺ (1,0 cmol_c kg⁻¹) em relação aos Plintossolos de Novo Lima.

Os valores de SB nos horizontes superficiais são, em geral, baixos, com valores mínimo, máximo e média de 0,2 cmol_c kg⁻¹, 7,4 cmol_c kg⁻¹ e 1,6 cmol_c kg⁻¹, respectivamente (n = 52). Os maiores valores foram observados para os solos sob campo rupestre (valores mínimo, máximo e média de 0,7 cmol_c kg⁻¹, 7,4 cmol_c kg⁻¹ e 2,1 cmol_c kg⁻¹; n = 20), sendo os menores para os solos sob eucalipto (valores

mínimo, máximo e média de $0,3 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, $1,1 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e $0,7 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$; $n = 8$). Esses maiores valores de SB nos horizontes superficiais dos solos sob os campos rupestres coincidem com os maiores valores de C encontrados entre todos os solos estudados. Muitos dos solos ferruginosos apresentam capacidade de troca aniônica superior à catiônica no pH atual do solo (PEREIRA, 2010), indicando que sua CTC é quase exclusivamente governada pela matéria orgânica do solo, essencial para a manutenção de sua eletronegatividade e retenção de cátions.

Excluindo-se os tipos de terreno, foi também sob vegetação de campo rupestre ferruginoso de Nova Lima que se observaram os mais elevados valores de pH medidos em água (pH H_2O), com valores mínimo, máximo e média de 4,6, 6,2 e 5,3 ($n = 17$), respectivamente. Nas demais áreas, incluindo o campo rupestre ferruginoso de Sabará, os valores médios de pH H_2O não ultrapassaram o valor de 4,8 unidades; este registrado para os horizontes superficiais dos solos sob campo cerrado de Sabará (valor mínimo de 4,7 e máximo de 4,8; $n = 4$). Os mais baixos valores desse atributo, por sua vez, foram registrados para os solos sob Floresta, com valores mínimo, máximo e média de 3,9, 4,6 e 4,2 ($n = 17$), respectivamente, muito similares aos observados sob eucalipto (mínimo de 3,9; máximo de 4,7; e média de 4,4; $n = 8$).

A análise granulométrica dos horizontes superficiais dos solos estudados revelou que a maior variabilidade espacial foi observada para os Plintossolos de Nova Lima. Neles, foram obtidos desde horizontes de textura arenosa (teor de argila de 102 g kg^{-1} ; perfil NVC-FFIf27) até os de textura muito argilosa (621 g kg^{-1} ; perfil NVC-FFc23). O conteúdo de terra fina acompanha esta tendência de resultado: existem desde horizontes superficiais com muito pouco material terroso (terra fina = 47 g kg^{-1} ; perfil NVC-FFc26) até aqueles totalmente destituídos de frações grosseiras (cascalhos e calhaus; terra fina = 1.000 g kg^{-1} ; perfil NVC-FFc21).

Essas variações granulométricas, muitas delas ocorrendo a curtas distâncias (inferiores a 100 m), podem estar relacionadas à grande heterogeneidade espacial das cangas (CARMO; JACOBI, 2013) associada à diversidade de processos pedogenéticos envolvidos na sua degradação e gênese dos solos sobrejacentes, incluindo a ação de agentes erosivos na remoção e deposição de solo acima do horizonte litoplântico. Tal como comentado anteriormente, as condições de relevo local (plano ou suave ondulado em áreas deprimidas situada de terço médio de vertente) e vegetação (herbácea) onde se localizam os perfis NVC-FFIf27 e NVC-FFIf28 (Tabela 2), associado ao fato que apresentaram os maiores e muito superiores conteúdos de areia grossa no perfil (acima de 720 g kg^{-1} da fração terra fina) dentre todos aqueles estudados, sugere origem alóctone ao solo sobrejacente à canga nesses perfis. Possivelmente, as partículas grosseiras, carregadas com a água de chuva da paisagem a montante na forma de enxurrada, são depositadas preferencialmente nos locais desses perfis, sendo que as mais finas continuam seu trajeto paisagem à jusante, removidas daquele local com a água de enxurrada ou de drenagem.

Os Neossolos Regolíticos dos campos rupestres de Sabará (SCR-RRj11 e SCR-RRj12) também apresentaram baixos conteúdos de terra fina, variando entre 194 g kg^{-1} e 236 g kg^{-1} . No entanto, são de textura exclusivamente média, com o teor de silte podendo ou não ser superior ao de argila. Muitas dessas partículas minerais dos solos ferruginosos guardam as mesmas características químicas e mineralógicas da canga (VARAJÃO et al., 2009) ou, no caso dos Neossolos Regolíticos, do itabirito, a partir dos quais foram desagregados. Daí a baixa fertilidade natural desses solos, que reduz ainda mais em profundidade, evidenciando o papel da matéria orgânica como fonte de nutrientes por meio da ciclagem biogeoquímica (PEREIRA, 2010).

Dentre os demais solos estudados, aqueles que apresentaram o menor conteúdo de terra fina nos horizontes superficiais foram os desenvolvidos sob campo cerrado (perfis SC-LVd4, SC-CXbd5 e SC-

CXbd6), com valores mínimo, máximo e média de 448 g kg⁻¹, 981 g kg⁻¹ e 788 g kg⁻¹. Possivelmente, os processos relacionados à formação do pavimento desértico ou detrítico, comentado anteriormente, foram os responsáveis por tais resultados. Nesses solos, de textura essencialmente média, os teores de silte foram sempre superiores aos de argila (Apêndice 1), ao contrário daqueles desenvolvidos sob floresta, seja em Brumadinho ou Sabará. Nos solos em floresta, os teores de argila preponderaram sobre os de silte para a grande maioria dos horizontes superficiais, bem como a textura argilosa. Em Sabará, os teores de argila em superfície para os solos sob floresta (perfis SM-LVd1, SM-CXbd2 e SM-CXbd3) variaram de 327 g kg⁻¹ a 473 g kg⁻¹, com média de 406 g kg⁻¹ (n = 5), sendo que os teores de silte também foram altos, com valores mínimo, máximo e média de 305 g kg⁻¹, 392 g kg⁻¹ e 341 g kg⁻¹, respectivamente. No entanto, em Brumadinho, onde os solos são, em geral, mais desenvolvidos, os horizontes superficiais apresentaram menores conteúdos de silte (valores mínimo, máximo e média de 119 g kg⁻¹, 223 g kg⁻¹ e 167 g kg⁻¹; n = 12) e maiores de argila; esta variando de 266 g kg⁻¹ a 616 g kg⁻¹, com média de 470 g kg⁻¹, sendo que o menor valor de argila (266 g kg⁻¹) e maior de silte (223 g kg⁻¹) estão relacionados ao perfil menos desenvolvido (perfil BM-CXbd14), situado no terço inferior da vertente estudada. No outro extremo da vertente (terço superior) e com o maior desenvolvimento pedogenético, foi o perfil BM-LVd17 que apresentou o maior conteúdo de argila em superfície (616 g kg⁻¹), com baixo conteúdo de silte (158 g kg⁻¹).

Sob vegetação de eucalipto em Sabará, também foram os horizontes superficiais do perfil de maior desenvolvimento pedogenético (SE-LVd7) que apresentaram os maiores conteúdos de argila (619 g kg⁻¹) e, ao mesmo tempo, os menores conteúdos de silte (197 g kg⁻¹) dentre os quatro perfis estudados (SE-LVd7, SE-CXbd8, SE-CXbd9, SE-CXbd10). No entanto, ao contrário daquele em Brumadinho, este se localiza no terço inferior da vertente, sugerindo idades e, talvez, a ação de processos pedogenéticos similares na formação desses perfis. Independentemente da litologia local, que são diferentes entre Sabará (rochas metassedimentares) e Brumadinho (granito), a origem coluvionar do Latossolo de Sabará, perfil SE-LVd7, já comentada anteriormente, talvez seja comum aos Latossolos do QF.

Dentre os quatro perfis estudados sob eucalipto, os Cambissolos (perfis SE-CXbd8, SE-CXbd9, SE-CXbd10) detiveram os menores conteúdos de terra fina nos horizontes superficiais, variando de 610 g kg⁻¹ a 992 g kg⁻¹, com média de 881 g kg⁻¹ (n = 8). O menor valor desse atributo em superfície foi registrado para o perfil SE-CXbd9, situado na posição mais baixa da vertente (média/inferior), também sugerindo a participação de processos coluvionares na gênese do solo e paisagem local. É no horizonte mais superficial desse perfil (horizonte A1) que se registrou o maior teor de silte (414 g kg⁻¹; 0 – 8 cm de profundidade) e da relação silte/argila (1,56) dentre os horizontes superficiais dos perfis de Brumadinho sob vegetação de floresta. Aliás, todos os Cambissolos de Brumadinho (perfis SE-CXbd8, SE-CXbd9, SE-CXbd10) apresentaram maiores conteúdos de silte (valores mínimo, máximo e média de 364 g kg⁻¹, 414 g kg⁻¹ e 383 g kg⁻¹) em relação à argila (valores mínimo, máximo e média de 266 g kg⁻¹, 373 g kg⁻¹ e 320 g kg⁻¹) nos horizontes superficiais, situação comum de muitos Cambissolos Háplicos do QF (CARVALHO-FILHO et al., 2010).

Finalmente, os três perfis caracterizados como tipo de terreno (ST -TT13, BT -TT18 e BT -TT19) apresentam, em comum, nulos conteúdos de Al³⁺ e valores de m%, bem como os maiores registros de pH H₂O observados dentre todos os horizontes superficiais estudados, com valores de 5,3, 5,9 e 6,5, este último relacionado ao perfil ST -TT13, de Sabará. É neste perfil que também foram anotados os maiores valores de C (20,7 g kg⁻¹), SB (5,2 cmol_c kg⁻¹) e saturação por bases (V% = 75%), muito superiores àqueles obtidos nas camadas superficiais de Brumadinho (valores máximos de C, SB e V% de, respectivamente, 2,4 g kg⁻¹, 1,5 cmol_c kg⁻¹ e 52%). Similar ao descrito para os Plintossolos de Nova Lima, a capacidade desses perfis em reter nutrientes é governada pela matéria orgânica, que também é a principal fornecedora de nutrientes por meio da ciclagem biogeoquímica (PEREIRA, 2010), daí o maior valor de SB relacionado ao maior conteúdo de C no perfil ST -TT13 de Sabará. Assim,

muitas das interpretações auferidas para os Plintossolos de Nova Lima e Neossolos Regolíticos de Sabará podem ser extrapoladas para os perfis em questão devido à composição das suas camadas serem originadas do empilhamento de materiais de rejeitos provenientes da exploração comercial do itabirito, de elevado teor de ferro, tal como nos Plintossolos e Neossolos Regolíticos supracitados. A hipótese do maior conteúdo de C orgânico em superfície em Sabará (perfil ST -TT13) comparativamente aos tipos de terreno de Brumadinho (perfis BT -TT18 e BT -TT19) já foi comentada anteriormente.

Todas as três camadas superficiais estudadas dos tipos de terreno apresentaram textura média, sendo os conteúdos de silte (244 g kg^{-1} , 311 g kg^{-1} e 329 g kg^{-1} respectivamente para os perfis BT -TT19, BT -TT18 e ST -TT13) sempre superiores aos de argila (161 g kg^{-1} , 222 g kg^{-1} e 101 g kg^{-1} para os mesmos perfis). O conteúdo de terra fina apresentou valores de 457 g kg^{-1} , 482 g kg^{-1} e 841 g kg^{-1} na camada superficial dos perfis ST -TT13, BT -TT19 e BT -TT18, respectivamente. Não foi possível avaliar tendências de variações dos atributos de acordo com a localização das amostras nas pilhas de estéril (se localizados na berma ou talude) devido ao número limitado de perfis coletados e analisados nas pilhas.

Mineralogia da fração argila

As Figuras 7 e 8 mostram os difratogramas de raios X dos horizontes e perfis selecionados (perfis SM-CXbd3, SC-LVd4, SE-LVd7, BM-LVAd16, NVC-FFc23 e SCR-RRj12).

Os perfis de Sabará (SM-CXbd3, Figuras 7a e 7b; SC-LVd4, Figuras 7c e 7d; e SE-LVd7, Figuras 7e e 7f) e Brumadinho (BM-LVAd16, Figuras 8a e 8b) apresentaram mineralogia similar, porém com os minerais ocorrendo em proporções variáveis. Foram identificados os seguintes minerais: caulinita, mica, gibbsita, goethita e vermiculita com hidróxi-Al entrecamadas (VHE), com destaque para a presença mais expressiva de mica e de outro mineral presente apenas no perfil SE-LVd7, cujo reflexo é indicado com asterisco nas Figuras 6e e 6f, podendo ser considerado como interestratificado de mica-vermiculita. Observa-se que esse mineral é pouco reativo aos tratamentos aplicados, colapsando somente após o aquecimento da amostra a $350 \text{ }^\circ\text{C}$, juntamente com a VHE. Esses resultados corroboram aqueles anteriores, indicando que o perfil SE-LVd7 é o que apresenta maior peculiaridade de atributos dentre todos os estudados em Sabará.

Em Brumadinho, por outro lado, o perfil BM-LVA16 (Figuras 8a e 8b) manifestou as menores intensidades dos reflexos de mica e as maiores de gibbsita, o que, juntamente aos seus atributos morfológicos e analíticos, corroboram tratar-se dos solos (não ferruginosos) mais evoluídos dentre os estudados, juntamente com perfil BM-LVd17 situado próximo e à montante daquele perfil.

O mineral anatásio ocorre de forma muito discreta nos perfis SM-CXbd3, SC-LVd4 e BM-LVAd16 (reflexos não mostrados). Todos esses minerais foram identificados por Carvalho-Filho (2008) nos solos do QF. Esse autor argumenta que a presença da maioria deles é compatível com materiais de natureza latossólica e que as diferenças do material de origem nessa região refletem-se, sobretudo, na presença de constituintes de menor expressividade.

Os solos ferruginosos, seja de Nova Lima (NVC-FFc23; Figura 7c), seja de Sabará (SCR-RRj12; Figura 8d), apresentaram a seguinte constituição mineralógica: goethita, gibbsita, hematita, caulinita, anatásio e rutilo. Ocorrem, ainda, vermiculita com hidróxi-Al entrecamadas e quartzo no perfil SCR-RRj12 (Figura 8d) e boehmita (óxido de alumínio) no perfil NVC-FFc23 (Figura 8c). As maiores intensidades dos reflexos de gibbsita em ambos os perfis evidenciam o elevado estágio de intemperismo de tais solos, sobretudo daqueles originados de cangas lateríticas, como é o caso do perfil NVC-FFc23 (Figura 8c). Este mostra os menores reflexos de caulinita dentre todos os analisados

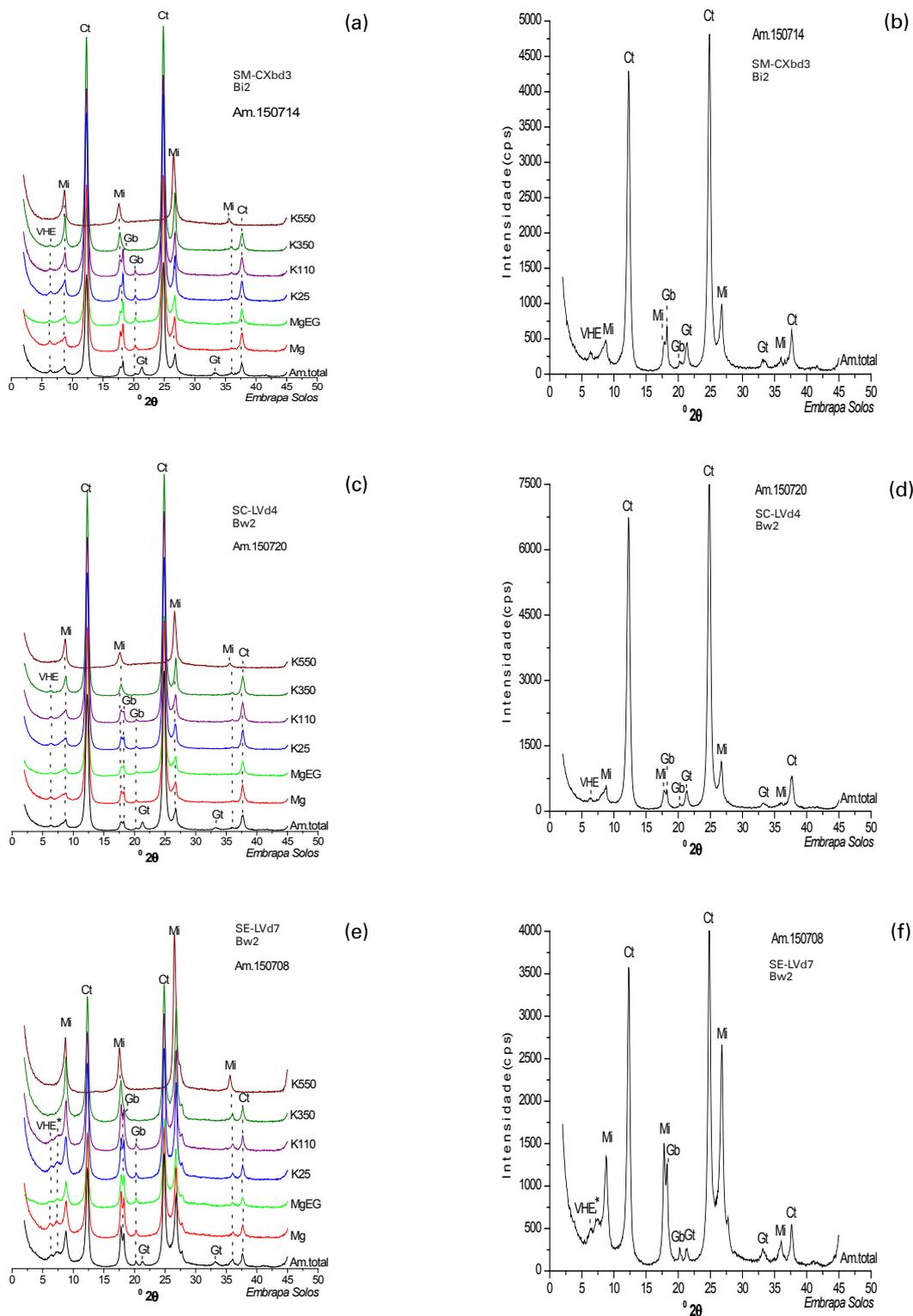


Figura 7. Difratogramas de raios X da fração argila desferificada dos horizontes Bi2 do perfil SM-CXbd3 (a, b), Bw2 do perfil SC-LVd4 (c, d) e Bw2 do perfil SE-LVd7 (e, f). Minerais identificados: VHE – Esmectita e Vermiculita com hidróxi-Al entrecamadas; Mi – Mica; Ct – Caulinita; Gb – Gibbsita; Gt – Goethita. Tratamentos: K550 – amostra saturada com potássio e aquecida a 550 °C; K350 – amostra saturada com potássio e aquecida a 350 °C; K110 – amostra saturada com potássio e aquecida a 110 °C; K25 – amostra saturada com potássio. MgEG – amostra saturada com magnésio e solvatada com etileno glicol; Mg – amostra saturada com magnésio; Am.total – amostra analisada na condição natural, sem tratamento.

e ausência de minerais interstratificados. Nota-se que os reflexos da goethita para ambos os perfis se sobressaem em relação aos da hematita (Figuras 8c e 8d). Segundo Carvalho-Filho (2008), há a formação preferencial desse mineral nos estádios iniciais de intemperização do itabirito, o que podemos extrapolar para os solos originados de cangas. Esse autor também identificou, exatamente, os mesmos minerais aqui descritos em um amplo estudo conduzido com os solos no QF, corroborando a representatividade ambiental de todos os perfis estudados.

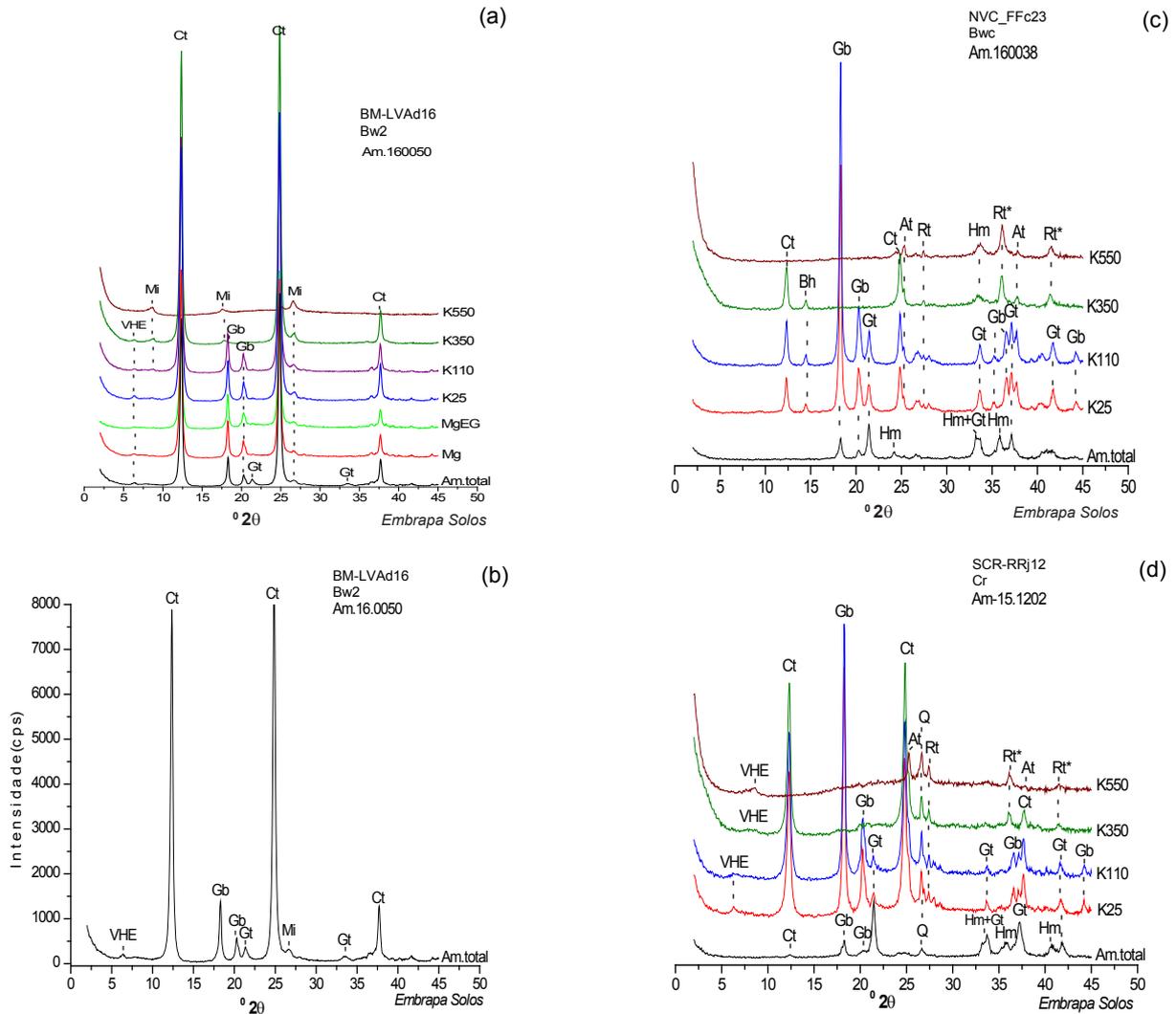


Figura 8. Difratogramas de raios X da fração argila desferrificada dos horizontes Bw2 do perfil BM-LVAd16 (a, b), Bwc do perfil NVC-FFc23 (c), Cr do perfil SCR-RRj12 (d). Minerais identificados: VHE – Esmeclita e Vermiculita com hidróxi-Al entrecamadas; Mi – Mica; Ct – Caulinita; Gb – Gibbsita; Bh – Boehmita; Q – Quartzo; Rt – Rutílio; At – Anatasio. Tratamentos: K550 – amostra saturada com potássio e aquecida a 550 °C; K350 – amostra saturada com potássio e aquecida a 350 °C; K110 – amostra saturada com potássio e aquecida a 110 °C; K25 – amostra saturada com potássio. MgEG – amostra saturada com magnésio e solvatada com etileno glicol; Mg – amostra saturada com magnésio; Am.total – amostra analisada na condição natural, sem tratamento.

Conclusões

Os solos estudados são representativos do QF. Em Sabará (Mina Córrego do Meio), os Cambissolos Háplicos originados de metassedimentos foram dominantes, independentemente da vegetação nativa. No entanto, são majoritariamente intermediários para Latossolos, apresentando morfologia similar aos solos dessa classe. Sob campo cerrado, apresentaram epipedregosidade, que estava ausente na maioria dos perfis estudados sob floresta. Sob eucalipto, destaca-se a ocorrência do Latossolo Vermelho dotado de horizonte A húmico. Embora este seja o mais evoluído de Sabará, em Brumadinho se encontraram os solos mais evoluídos dentre os estudados e não ferruginosos: Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos relacionados ao intemperismo do granito manifestaram baixa relação silte/argila, ao contrário da maioria dos solos de Sabará, em que essa relação geralmente extrapola uma unidade.

Sob vegetação de campos rupestres, em Nova Lima, Mina Miguelão, ocorrem unicamente os Plintossolos Pétricos originados da decomposição das cangas lateríticas. Seus atributos, no entanto, variaram significativamente na paisagem; fato que, associado às condições variadas de relevo local, criou diferentes habitats que influenciaram a estrutura da vegetação local. Por outro lado, em Sabará, os solos ferruginosos tiveram sua gênese relacionada à decomposição direta do itabirito, daí serem classificados como Neossolos Regolíticos.

Esses estudos corroboram vários outros de que há uma grande diversidade de ecossistemas genericamente denominados de campos rupestres ferruginosos ou campos de canga, cujos solos podem manifestar grande variabilidade a curta distância e terem sua gênese relacionada a diferentes processos morfopedológicos e materiais de origem, incluindo diversas tipologias de cangas. Por isso, necessitam ser estudados em escala detalhada e de maneira holística, envolvendo estudos integrados de pedologia e outras áreas da ciência a fim de melhor compreender as inter-relações entre os componentes bióticos e abióticos desses ecossistemas únicos, ainda pouco estudados e intensivamente explorados desde o período colonial.

Finalmente, os perfis descritos nas pilhas de estéril apresentaram, em comum, nulos conteúdos de Al^{3+} e de valores de m% na camada superficial, bem como os maiores registros de pH H_2O observados dentre todos os horizontes superficiais estudados. Em subsuperfície variam, sobretudo, quanto à cor, conteúdos de terra fina, cascalhos e calhaus; esses últimos relacionados a fragmentos de filito em diferentes graus de intemperismo e cores, ou de itabirito geralmente bem preservados.

Agradecimento

Ao projeto CRA – RDP – 00136-10 (FAPEMIG/ FAPESP/ FAPESPA/ VALE S.A), pelo apoio financeiro.

Referências

- ALKMIM, F. F.; MARSHAK, S. Transamazonian Orogeny in the Southern São Francisco Craton Region, Minas Gerais Brazil: Evidence for a Paleoproterozoic collision and collapse in Quadrilátero Ferrífero. **Precambrian Research**, Philadelphia, v. 90 p. 29-58, 1998.
- ALMEIDA, F. F. M. O Cráton do São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, SP, v. 7, p. 349-364, 1977.
- BACELLAR, L. A. P.; COELHO-NETTO, A. L.; LACERDA, W. A. Controlling factors of gulling in the Maracujá catchment, Southeastern Brazil. **Earth Surface Processes and Landforms**, New Jersey, v. 30, p. 1369-1385, 2005.
- BARBOSA, G. V.; RODRIGUES, D. M. S. **Quadrilátero Ferrífero**. Belo Horizonte, MG: Instituto de Geociências/ Universidade Federal de Minas Gerais, 1967. 130 p.
- BERRY, L. G. (Ed.). **Joint Committee on Powder Diffraction Standards-JCPDS: selected powder diffraction data for minerals**. Philadelphia: [s. n], 1974. 833 p.
- BRANCO, P. M. **Dicionário de Mineralogia**. 3. ed. Porto Alegre, RS: Sagra, 1987. 362 p.
- BRINDLEY, G. W.; BROWN, G. **Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification**. London: Mineralogical Society, 1984. 495 p.
- CALDERANO, S. B.; DUARTE, M. N.; GREGORIS, G. **Análise mineralógica das frações finas do solo por difratometria de raios-X: revisão e atualização da metodologia e critérios usados na Embrapa Solos**. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2009. 9 p. (Embrapa Solos. Comunicado Técnico, 53).
- CALEGARI, M. R. **Ocorrência e significado paleoambiental do Horizonte A húmico em Latossolos**. 2008. 259 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- CARMO, F. F.; JACOBI, C. M. A vegetação de canga no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: caracterização e contexto fitogeográfico. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, RJ, v. 64, p. 527-541, 2013.
- CARVALHO-FILHO, A. **Solos e ambientes do Quadrilátero Ferrífero (MG) e aptidão silvicultural dos tabuleiros costeiros**. 2008. 245 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- CARVALHO-FILHO, A.; CURTI, N.; SHINZATO, E. Relações solo-paisagem no Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 45, n. 8, p. 903-916, 2010.
- CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro, 1997. 212 p. (EMBRAPA – CNPS. Documentos, 1).
- COELHO, M. R.; VIDAL-TORRADO, P.; OTERO-PÉREZ, X. L.; MARTINS, V. M.; VÁZQUEZ, F. M. Química e gênese de solos desenvolvidos sob vegetação de restinga no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, p. 1951-1964, 2010.

- CONCEIÇÃO, A. A.; PIRANI, J. R. Diversidade em quatro áreas de campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil: espécies distintas, mas riquezas similares. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, RJ, v. 58, p. 193-206, 2007.
- DIAS, L. E.; J. J. GRIFFITH. Conceituação e caracterização de áreas degradadas, p. 1-7. In: L. E. Dias; J. W. V. Mello (Ed.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, MG: UFV: Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. 251 p.
- DITZLER, C.; SCHEFFE, K.; MONGER, H. C. (Ed.). **Soil survey manual**. Washington, DC: Government Printing Office, 2017. (USDA. Handbook, 18). Disponível em: <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detailfull/soils/ref/?cid=nrcs142p2_054262>. Acesso em: 19 out. 2017.
- FIGUEIREDO, M. A.; VARAJÃO, A. F. D. C.; FABRIS, J. D.; LOUTFI, I. S.; CARVALHO, A. P. Alteração superficial e pedogeomorfologia no sul do Complexo Bação - Quadrilátero Ferrífero (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, p. 713-729, 2004.
- FONTES, M. P. F. Vermiculita ou Esmectita com hidróxi nas entrecamadas, proposição de nomenclatura. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, SP, v. 15, n. 1, p. 24 – 28, 1990.
- JACOBI, C. M.; CARMO, F. F.; VINCENT, R. C.; STEHMANN, J. R. Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered Brazilian ecosystem. **Biodiversity and Conservation**, New York, v. 16, p. 2185-2200, 2007.
- JACOBI, C. M.; CARMO, F. F.; CASTRO, V. R. Estudo fitossociológico de uma comunidade vegetal sobre canga como subsídio para a reabilitação de áreas mineradas no quadrilátero ferrífero, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, p. 345-353, 2008.
- JORDY-FILHO, S. **Plano de gestão de áreas verdes existentes na mina de Córrego do Meio, de propriedade VALE e localizada no município de Sabará (MG)**. Belo Horizonte, MG: Instituto Ambiental VALE, 2009. 57 p.
- KÄMPF, N.; AZEVEDO, A. C.; COSTA JUNIOR, M. I. Estrutura básica de argilomineral 2:1 com hidróxi-Al entrecamadas em Latossolo Bruno do Rio grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 185-190, 1995.
- MARQUES, F. A. **Matéria orgânica de Latossolos com horizonte A húmico**. 2009. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- MERHA, O. P.; JACKSON, M. L. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. In: NATIONAL CONFERENCE ON CLAYS AND CLAY MINERALS, 7., New York, 1960. **Proceedings...** New York : Pergamon Press, 1960. p. 317-327.
- MESSIAS, M. C. T. B.; LEITE, M. G. P.; MEIRA-NETO, A.; KOZOVITS, A. R. Fitossociologia de campos rupestres quartzíticos e ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, MG, v. 26, n. 1, p. 230-242, 2012.
- MOORE, D. M.; REINOLDS JR.; R. C. **X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals**. 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 1997. 378 p.
- PEREIRA, A. F. S. **Florística, fitossociologia e relação solo-vegetação em campo rupestre ferruginoso do Quadrilátero Ferrífero**, MG. 2010. 97 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2010.
- R CORETEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. Viena: R Foundation for Statistical Computing, 2017.

- REIS, J. S. **Caracterização de solos ferruginosos altomontanos da Serra do Gandarela**. 2014. 85 p. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. São Paulo, SP: Hucitec/Edusp. 1979. 374 p.
- SALGADO, A. A. R.; BRAUCHER, R.; VARAJÃO, C. A. C.; COLIN, F.; VARAJÃO, A. F. D.; NALINI-JÚNIOR, H. A. **Relief evolution of the Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais, Brazil) by means of (10Be) cosmogenic nuclei**. Zeitschrift Geomorphol, Stuttgart, v. 52, p. 317-323, 2008.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERA, J. F.; CUNHA, T. J. F. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. T. K.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.
- SANTOS, M. C. **Caracterização dos depósitos argilosos da porção centro-sul do Sinclinal Moeda, Quadrilátero Ferrífero, MG: Macromorfologia, micromorfologia, cristalquímica, gênese e considerações industriais**. 2003. 199 p. Tese (Doutorado em Geologia) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG.
- SANTOS, R. D. dos; LEMOS, R. C. de; SANTOS, H. G. dos; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. dos; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Suprema, 2015. 101 p.
- SARTHOU, C.; KOUNDA-KIKI, C.; VAÇULIC, A.; MORA, P.; PONGE, J.F. Successional patterns on tropical inselbergs: A case study on the Nouragues inselbergs (French Guiana). **Flora**, Philadelphia, v. 24, p. 396-407, 2009.
- SCHAEFER, C. E. G. R.; CÂNDIDO, H. G.; CORRÊA, G. R.; PEREIRA, A.; NUNES J. A.; SOUZA O. F.; MARINS A.; FERNANDES FILHO E.; KER, J. C. Solos desenvolvidos sobre canga ferruginosa no Brasil: uma revisão crítica e papel ecológico de termiteiros. In: CARMO; F. F.; KAMINO, L. H. Y. (Org.). **Geossistemas Ferruginosos do Brasil: Áreas Prioritárias para a Conservação da Diversidade Geológica e Biológica, Patrimônio Cultural e Serviços Ambientais**. Belo Horizonte, MG: 3i, 2015. p. 77–102.
- SCHAEFER, C. E. G. R.; MENDONÇA, B. A. F.; RIBEIRO, A. S. 2008. Solos desenvolvidos de canga ferruginosa no Quadrilátero Ferrífero. In: Jacobi, C. M. SIMPÓSIO AFLORAMENTOS FERRUGINOSOS NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO: BIODIVERSIDADE, CONSERVAÇÃO E PERSPECTIVAS DE SUSTENTABILIDADE, 2008, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais / Instituto de Ciências Biológicas.
- SCOLFORO, J. R.; CARVALHO, L. M. T. **Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais**. Lavras, MG: UFLA, 2006. 288 p.
- SILVA, A. C.; VIDAL-TORRADO, P. Gênese de LATOSSOLOS Húmicos e sua relação com a evolução da paisagem numa área cratônica do sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 23, p. 329-341, 1999.
- SILVA, G. P.; FONTES, M. P. F.; COSTA, L. M.; BARROS, N. F. Caracterização química, física e mineralógica de estéreis e rejeito da mineração de ferro da Mina Alegria, Mariana-MG. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, GO, v. 36, p. 45-52, 2006.
- SKIRYCYZ, A.; CASTILHO, A.; CHAPARRO, C.; CARVALHO, N.; TZOTZOS, G. SIQUEIRA, J. O. Canga biodiversity, a matter of mining. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 5, p. 1-8, 2014.

SOUZA, B. I.; SUERTEGARAY, D. M. A.; LIMA, E. R. V. de. Desertificação e seus efeitos na vegetação e solos do Cariri paraibano. **Mercator**, Fortaleza, v. 8, p. 217-232, 2009.

TAKAHASI, A. **Ecologia da vegetação em bancadas lateríticas em Corumbá, MS**. 2010. 255 p. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, São Paulo, SP.

TAKAHASI, A.; MEIRELLES, S. T. Ecologia da vegetação herbácea de bancadas lateríticas (cangas) em Corumbá, MS, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, SP, v. 41, n. 4, p. 515-528, 2014.

THOREZ, J. **Practical identification of clay minerals**. Liege: Liege State University, 1976. 90 p.

VARAJÃO, A. F. D. C.; GILKES, R. J.; HART, R. D. The relationships between kaolinite crystal properties and the origin of materials for a Brazilian kaolin deposit. **Clays and Clay Mineral**, Chantilly, v. 49, p. 44-59, 2001.

VARAJÃO, A. F. D. C.; SALGADO, A. A. R.; VARAJÃO, A. F. D. C.; BRAUCHER, R.; COLIN, F.; NALINI-JÚNIOR, H. A. Estudo da evolução da paisagem do Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais, Brasil) por meio da mensuração das taxas de erosão (10be) e da pedogênese. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33, p. 1409-1425, 2009.

WARD, J. H. Hierarchical grouping to optimize an objective function. **Journal of the American Statistical Association**, Abingdon v. 58, p. 236-244, 1963.

ZACARIAS, C. M. **Classificação de maciços rochosos da Mina Córrego do Meio aplicada às operações de perfuração**. 2003. 123 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Mineral) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte, MG.

APÊNDICES

APÊNDICE 1

**Dados Morfológicos e Analíticos dos Perfis da
Mina Córrego do Meio, Município de Sabará, MG**

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL SM-LVd1

DATA – 11/03/2014

CLASSIFICAÇÃO – LATOSSOLO VERMELHO Distrófico cambissólico, textura argilosa, A moderado, epiálico, mesoférrico.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Mina Córrego do Meio, de propriedade da Empresa Vale S.A., Município de Sabará, Estado de Minas Gerais. Fuso 23 com meridiano central de longitude 45° Oeste e coordenadas UTM Norte 7.803.325 m e Este 625.410 m. Datum: WGS84.

SITUAÇÃO E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Terço médio de vertente. Perfil descrito sob floresta estacional semidecidual transicionando para campo cerrado.

ALTITUDE – 972 m.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto da alteração de rocha metassedimentar (provavelmente filito decomposto).

PEDREGOSIDADE – não pedregosa.

ROCHOSIDADE – não rochosa.

RELEVO LOCAL – forte ondulado.

RELEVO REGIONAL – forte ondulado.

EROSÃO – forte em sulcos.

DRENAGEM – bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – floresta estacional semidecidual.

USO ATUAL – sem uso.

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A1	0 - 8 cm, bruno-avermelhado (4YR 4/3, úmida); franco-argilosa; moderada muito pequena e pequena granular; friável e localmente firme, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
A2	8 - 40 cm, bruno-avermelhado (4YR 4/4, úmida); argila; moderada muito pequena e pequena granular; muito plástica e muito pegajosa; transição plana e clara.
BA	40 - 82 cm, vermelho (2,5YR 4/6, úmida); argila; moderada média e pequena blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, muito plástica e muito pegajosa; transição plana e gradual.
Bw1	82 - 110 cm, vermelho (2,5YR 4/8, úmida); franco-argilosa; fraca média e pequena blocos subangulares; transição ondulada e clara.
Bw2	110 - 130 cm, vermelho-amarelado (4YR 4/8, úmida); franco-argilosa; maciça que se desfaz em moderada muito pequena e pequena granular e fraca média e pequena blocos subangulares; ligeiramente dura, muito friável e localmente firme, plástica e pegajosa; transição quebrada e clara.
BC	130 - 160 cm, vermelho-amarelado (5YR 4/8, úmida); mosqueado abundante, médio e pequeno, proeminente, bruno-escuro (7,5YR 5/6, úmida); franca; maciça; ligeiramente dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa.

RAÍZES: muitas muito finas e finas e poucas médias nos horizontes A1 e A2; comuns muito finas e finas, poucas médias e grossas no horizonte BA; comuns muito finas, poucas finas e raras médias no horizonte Bw1; poucas muito finas no horizonte Bw2.

POROS: muitos muito pequenos e pequenos, comuns médios e poucos grandes nos horizontes A1 e A2; comuns muito pequenos e pequenos, poucos médios e grandes no horizonte BA; comuns muito pequenos e pequenos no horizonte Bw1; comuns muito pequenos no horizonte Bw2 e poucos muito pequenos no BC.

OBSERVAÇÕES:

- Perfil descrito úmido.
- Área com presença ocasional de erosão em sulcos.
- Vegetação secundária, muitos cipós e capim-gordura.
- Atividade biológica intensa de cupins e minhocas nos horizontes A1 e A2.
- Atividade moderada de cupins no horizonte BA.
- Atividade fraca de cupins no horizonte Bw1 com presença de um bolsão isolado de páleo cupinzeiro.
- Fragmentos de rocha ocupam menos que 1% do volume do horizonte A2.
- Fragmentos de rocha ocupam aproximadamente 2% do volume do horizonte BA.
- Fragmentos de rocha ocupam aproximadamente 3% dos volumes dos horizontes Bw1 e Bw2.
- Fragmentos de rocha bastante alterados ocupam aproximadamente 30% do volume do horizonte BC.
- Bloco de rocha sã na base da trincheira, possivelmente metafilito ferruginoso.
- Área de transição para campo cerrado.

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL SM-CXbd2

DATA – 11/03/2014

CLASSIFICAÇÃO – CAMBISSOLO HÁPLICOTb Distrófico típico, textura argilosa/média, A moderado, epiálico, mesoférrico, epipedregoso.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Mina Córrego do Meio, de propriedade da Empresa Vale SA, Município de Sabará, Estado de Minas Gerais. Fuso 23 com meridiano central de longitude 45° Oeste e coordenadas UTM Norte 7.803.244 m e Este 625.407 m. Datum: WGS84.

SITUAÇÃO E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – terço superior de vertente. Perfil descrito sob floresta estacional semidecidual.

ALTITUDE – 991 m.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto da alteração de rocha metassedimentar (metagrauvaca).

PEDREGOSIDADE – muito pedregosa.

ROCHOSIDADE – não rochosa.

RELEVO LOCAL – forte ondulado.

RELEVO REGIONAL – forte ondulado.

EROSÃO – ligeira laminar.

DRENAGEM – moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – floresta estacional semidecidual.

USO ATUAL – sem uso.

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A	0 - 11 cm, bruno-avermelhado-escuro (4YR 3/4, úmida); argila; moderada pequena e muito pequena blocos subangulares e moderada muito pequena granular; dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
Bi1	11 - (18 - 44) cm, vermelho (2,5YR 4/6, úmida); argila; moderada grande e média blocos subangulares; ligeiramente dura, firme, plástica e muito pegajosa; transição ondulada e clara.
Bi2/R	(18 - 44) - (51 - 60) cm, vermelho (2,5YR 4/6, úmida); argila pouco cascalhenta; fraca média e pequena blocos subangulares e moderada muito pequena granular; ligeiramente dura a dura, firme, plástica e pegajosa; transição ondulada e clara.
Bi3/Cr	(51 - 60) - 80 cm, vermelho (2,5YR 4/6, úmida); franca; moderada grande e média blocos subangulares; ligeiramente dura, friável a firme, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
BC1	80 - (110 - 122) cm, vermelho (2,5YR 4/6, úmida); franco-argilosa; maciça, que se desfaz em fraca média e pequena blocos subangulares; ligeiramente dura, firme a friável, plástica e pegajosa; transição ondulada e clara.
BC2	(110 - 122) - 130 cm +, vermelho-amarelado (4YR 4/6, úmida), mosqueado comum, grande e proeminente; francossiltoza; maciça; ligeiramente dura, firme, plástica e pegajosa a ligeiramente pegajosa.

RAÍZES – muitas muito finas e finas, comuns médias nos horizontes A e Bi1; comuns muito finas e finas, poucas médias nos horizontes Bi2/R e Bi3/Cr; comuns muito finas, poucas finas e raras médias no horizonte BC1 e poucas muito finas e finas no horizonte BC2.

POROS - abundantes muito pequenos e pequenos, comuns médios e grandes nos horizontes A e Bi1; comuns muito pequenos, poucos pequenos e médios nos horizontes Bi2/R e Bi3/Cr; comuns muito pequenos nos horizontes BC1 e BC2.

OBSERVAÇÕES:

- Poucos calhaus e matacões que vão desde a superfície até aproximadamente 50 cm de profundidade.
- Presença de fragmentos milimétricos de carvão nos três primeiros horizontes superficiais.
- Consistência localmente firme no horizonte A devido à atividade biológica.
- Intensa atividade biológica de cupins no horizonte A.
- Fortes indícios de material depositado no horizonte Bi2/R. Fragmentos de filito (desde pouco até muito alterados) e quartzo ocupam aproximadamente 60% do horizonte Bi2/R, com diferentes dimensões (filito esferoidal, quartzo arestado).
- Presença de saprolito no horizonte Bi3/Cr bastante decomposto entremeado ao solo, mas facilmente separável do mesmo, de coloração amarela (10YR 7/6), tamanho variável (milimétrico a calhau), formato irregular, laminar e arredondado. Estes fragmentos podem ser rompidos com a mão e ocupam aproximadamente 40% do horizonte.
- Mosqueado do horizonte BC2 correspondente ao saprolito parcialmente decomposto.

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL SM-CXbd3

DATA – 24/02/2015

CLASSIFICAÇÃO – CAMBISSOLO HÁPLICOTb Distrófico latossólico, textura argilosa, A moderado, álico, mesoférrico.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Mina Córrego do Meio, de propriedade da Empresa Vale SA, Município de Sabará, Estado de Minas Gerais. Fuso 23 com meridiano central de longitude 45° Oeste e coordenadas UTM Norte 7.803.323 m e Este 625.536 m. Datum: WGS84.

SITUAÇÃO E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Terço médio de vertente. Perfil descrito sob floresta estacional semidecidual.

ALTITUDE – 994 m.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto da alteração de rocha metassedimentar (provavelmente filito decomposto).

PEDREGOSIDADE – não pedregosa.

ROCHOSIDADE – não rochosa.

RELEVO LOCAL – ondulado.

RELEVO REGIONAL – forte ondulado a montanhoso.

EROSÃO – ligeira laminar.

DRENAGEM – bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – floresta estacional semidecidual.

USO ATUAL – sem uso.

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0 - 10 cm, vermelho-acinzentado (2,5YR 4/2, úmida) e bruno-avermelhado (2,5YR 4/3, seca); franco-argilosa pouco cascalhenta; forte muito pequena e pequena granular; ligeiramente dura, firme, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
- AB 10 - 32 cm, vermelho-acinzentado (2,5YR 4/2, úmida) e bruno-avermelhado (2,5YR 4/3, seca); argila pouco cascalhenta; moderada pequena blocos subangulares que se desfazem em forte muito pequena e pequena granular; ligeiramente dura, firme, muito plástica e muito pegajosa; transição plana e clara.
- BA 32 - 50 cm, bruno-avermelhado (2,5YR 4/3, úmida e 2,5YR 4/4, seca); argila; moderada a fraca média e pequena blocos subangulares que se desfazem em forte muito pequena e pequena granular; dura a ligeiramente dura, firme a muito firme, muito plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- Bi1 50 - 68 cm, vermelho (2,5YR 4/6, úmida e seca); argila; moderada média e pequena blocos subangulares que se desfazem em moderada muito pequena e pequena granular; ligeiramente dura, firme, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.
- Bi2 68 - 100 cm, bruno-avermelhado (2,5YR 4/4, úmida) e vermelho (2,5YR 4/6, seca), mosqueado pouco, grande e proeminente, amarelo (10YR 7/6); argila; moderada média e pequena blocos subangulares que se desfazem em moderada muito pequena e pequena granular; ligeiramente dura, firme, muito plástica e muito pegajosa; transição plana e gradual.
- BC 100 - 122 cm +, vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmida e 5YR 5/6, seca), mosqueado abundante, grande e proeminente, amarelo (10YR 7/8); francossiltosa; maciça que se desfaz em fraca média e pequena blocos subangulares; dura e localmente extremamente dura, firme e localmente extremamente firme, plástica e pegajosa.

RAÍZES – muitas muito finas e finas e poucas médias no horizonte A; comuns muito finas e finas, poucas médias e raras grossas no horizonte AB; comuns muito finas e finas, poucas médias nos horizontes BA e Bi1; poucas muito finas, finas e médias no horizonte Bi2; raras muito finas e finas no horizonte BC.

POROS – muitos muito pequenos, comuns pequenos e poucos médios nos horizontes A e AB; muitos muito pequenos, poucos pequenos e médios no horizonte BA; muitos muito pequenos e poucos pequenos no horizonte Bi1; comuns muito pequenos e poucos pequenos no horizonte Bi2; poucos muito pequenos no horizonte BC.

OBSERVAÇÃO:

– Mosqueado dos horizontes Bi2 e Bi3 estão relacionados a fragmentos de rocha (saprolito) bastante alterados.

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL SC-LVd4

DATA – 25/02/2015

CLASSIFICAÇÃO – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, A moderado, álico, mesoférrico, epipedregoso.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Mina Córrego do Meio, de propriedade da Empresa Vale SA, Município de Sabará, Estado de Minas Gerais. Fuso 23 com meridiano central de longitude 45° Oeste e coordenadas UTM Norte 7.803.294 m e Este 624.997 m. Datum: WGS84.

SITUAÇÃO E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – terço médio de vertente, entre dois outros pontos de coleta no cerrado. Perfil descrito sob campo cerrado.

ALTITUDE – 970 m.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto da alteração de rocha metassedimentar (provavelmente filito decomposto).

PEDREGOSIDADE – pedregosa.

ROCHOSIDADE – não rochosa.

RELEVO LOCAL – forte ondulado.

RELEVO REGIONAL – forte ondulado a montanhoso.

EROSÃO – moderada em sulcos.

DRENAGEM – acentuadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – campo cerrado.

USO ATUAL – sem uso.

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0 - 10 cm, bruno-avermelhado (5YR 5/4, úmida e 5YR 5/3, seca); franca; moderada muito pequena e pequena granular; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- AB 10 - 34 cm, bruno-avermelhado (3YR 5/4, úmida); franco-argilosa; moderada média e pequena blocos subangulares e moderada muito pequena e pequena granular; ligeiramente dura a dura, firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- BA 34 - 61 cm, vermelho (3YR 4/6, úmida); franca; fraca média e pequena blocos subangulares e moderada muito pequena e pequena granular; ligeiramente dura a dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- Bw1 61 - 82 cm, vermelho (3YR 4/6, úmida), mosqueado pouco, pequeno e proeminente, amarelo-brunado (10YR 6/6); franco-argilosa; fraca pequena e média blocos subangulares que se desfazem em moderada muito pequena e pequena granular; ligeiramente dura, friável a firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- Bw2 82 - 106 cm, vermelho-amarelado (4YR 4/6, úmida), mosqueado pouco, pequeno e proeminente, amarelo-brunado (10YR 6/6, úmida); franca; maciça que se desfaz em fraca média e pequena blocos subangulares e moderada muito pequena e pequena granular; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- Bw3 106 - 160 cm +, vermelho-amarelado (4YR 5/6, úmida), mosqueado pouco, pequeno e proeminente, amarelo-brunado (10YR 6/6, úmida); franca; maciça que se desfaz em fraca média e grande blocos subangulares e moderada muito pequena e pequena granular; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição quebrada e clara.
- BC 106 - 121 cm, vermelho-amarelado (4YR 4/6, úmida); franca pouco cascalhenta; moderada muito pequena e pequena granular; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição quebrada e clara.
- C 121 - 160 cm +, vermelho-amarelado (4YR 4/6, úmida); francossiltosa pouco cascalhenta; moderada muito pequena e pequena granular; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e pegajosa.

RAÍZES: comuns muito finas e finas, poucas médias nos horizontes A e AB; poucas finas, comuns muito finas e poucas médias no horizonte BA; comuns muito finas, poucas finas e médias no horizonte Bw1; poucas muito finas, finas e médias nos horizontes Bw2, Bw3 e BC; raras muito finas na camada C.

POROS: muitos muito pequenos, comuns pequenos e médios, poucos grandes nos horizontes A e AB; muitos muito pequenos, poucos pequenos e médios no horizonte BA; muitos muito pequenos, poucos pequenos e médios nos horizontes Bw1 e Bw2; muitos muito pequenos no horizonte Bw3; comuns muito pequenos no horizonte BC e poucos muito pequenos na camada C.

OBSERVAÇÃO:

– Mosqueados presentes nos horizontes Bi2 e Bi3 estão relacionados ao saprolito bastante alterado.

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL SC-CXbd5

DATA – 25/02/2015

CLASSIFICAÇÃO – CAMBISSOLO HÁPLICOTb Distrófico latossólico, textura média, A moderado, endoálico, hipoférrico, epipedregoso.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Mina Córrego do Meio, de propriedade da Empresa Vale SA, Município de Sabará, Estado de Minas Gerais. Fuso 23 com meridiano central de longitude 45° Oeste e coordenadas UTM Norte 7.803.233 m e Este 625.022 m. Datum: WGS84.

SITUAÇÃO E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – terço médio de encosta. Perfil descrito sob campo cerrado.

ALTITUDE – 1.005 m.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto da alteração de rocha metassedimentar (provavelmente filito decomposto).

PEDREGOSIDADE – pedregosa.

ROCHOSIDADE – ligeiramente rochosa.

RELEVO LOCAL – ondulado.

RELEVO REGIONAL – ondulado e forte ondulado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – campo cerrado.

USO ATUAL – sem uso.

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0 - 20 cm, bruno-avermelhado (5YR 5/4, úmida) e vermelho-amarelado (5YR 5/6, seca); franca; moderada pequena e muito pequena granular, entremeada com 50% de saprolito de filito ferruginizado com poucos cascalhos de quartzo; ligeiramente dura a dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e abrupta.
- BA 20 - 47 cm, vermelho (3YR 4/6, úmida e seca); franca; fraca média e pequena blocos subangulares que se desfazem em moderada muito pequena e pequena granular, entremeada com 10% de saprolito de filito ferruginizado; ligeiramente dura a dura, firme a friável, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- Bi 47 - (74 - 118) cm, vermelho (2,5YR 4/6, úmida); franca; fraca média e pequena blocos subangulares que se desfazem em moderada muito pequena e pequena granular com presença de fragmentos de filito ferruginizado, bastante alterados, com película de manganês ao longo das superfícies de clivagem, que ocupam 5% do horizonte; ligeiramente dura a dura, muito friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição quebrada e difusa.
- BC (74 - 118) - 150 cm +, coloração variegada composta por vermelho (3YR 4/6, úmida) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6, úmida), mosqueado pouco, médio e proeminente, amarelo-brunado (10YR 6/6, úmida); francossiltosa; maciça que se desfaz em fraca grande e média blocos subangulares e moderada muito pequena granular, com pseudomorfos de filito ocupando 20% do horizonte em avançado estágio de decomposição, que se desfazem facilmente ao manuseio, de coloração arroxeadada, bruna e amarelada; dura, firme, ligeiramente plástica e pegajosa.

RAÍZES – muitas muito finas e finas no horizonte A; comuns muito finas e finas, poucas médias no horizonte BA; comuns muito finas e poucas finas no horizonte Bi e poucas muito finas e finas no horizonte BC.

POROS – comuns muito pequenos e pequenos, poucos médios e grandes no horizonte A; comuns muito pequenos e poucos pequenos no horizonte BA; muitos muito pequenos e poucos pequenos no horizonte Bi; comuns muito pequenos no horizonte BC.

OBSERVAÇÃO:

- Presença de saprolito ferruginizado de coloração arroxeadada e avermelhada no horizonte BA.

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL SC-CXbd6

DATA – 25/02/2015

CLASSIFICAÇÃO – CAMBISSOLO HÁPLICOTb Distrófico latossólico, textura média pouco cascalhenta/média/argilosa, A moderado, álico, mesoférico, pedregoso.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Mina Córrego do Meio, de propriedade da Empresa Vale S.A., Município de Sabará, Estado de Minas Gerais. Fuso 23 com meridiano central de longitude 45° Oeste e coordenadas UTM Norte 7.803.144 m e Este 625.119 m. Datum: WGS84.

SITUAÇÃO E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Terço inferior de vertente. Perfil descrito sob campo cerrado.

ALTITUDE – 999 m.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto da alteração de rocha metassedimentar (provavelmente filito decomposto).

PEDREGOSIDADE – extremamente pedregosa.

ROCHOSIDADE – não rochosa.

RELEVO LOCAL – ondulado.

RELEVO REGIONAL – ondulado e forte ondulado.

EROSÃO – ligeira em sulcos.

DRENAGEM – bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – campo cerrado.

USO ATUAL – sem uso.

CLIMA – Cwa, clima temperado úmida com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0 - 13 cm, bruno-avermelhado (5YR 4/3, úmida e 5YR 5/4, seca); franco-argilosa pouco cascalhenta; moderada pequena e muito pequena granular; ligeiramente dura, firme a friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição clara e plana.
- BA 13 - 35 cm, vermelho-amarelado a bruno-avermelhado (4YR 4/5, úmida e 5YR 5/5, seca); franco-argilosa; fraca média e pequena blocos subangulares que se desfazem em moderada muito pequena e pequena granular; dura, firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição clara e plana.
- Bi 35 - 56 cm, vermelho-amarelado (4YR 4/6, úmida); franco-argilosa; fraca média e pequena blocos subangulares que se desfazem em moderada muito pequena e pequena granular; ligeiramente dura, firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição clara e plana.
- BC 56 - (85 - 100) cm, vermelho-amarelado (4YR 5/8, úmida), mosqueado comum, pequeno e grande, proeminente, amarelo-brunado (10YR 6/6, úmida); francossiltosa; maciça que se desfaz em fraca grande e média blocos subangulares; ligeiramente dura, firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição gradual e ondulada.
- CB (85 - 100) - 125 cm, coloração variegada composta por vermelho-amarelado (5YR 4/8, úmida), amarelo-brunado (10YR 6/6, úmida) e amarelo (10YR 7/6, úmida); francossiltosa; ligeiramente dura, firme, ligeiramente plástica e pegajosa.

RAÍZES – muitas muito finas e finas, poucas médias no horizonte A; comuns muito finas e finas, poucas médias nos horizontes BA e Bi; poucas muito finas, finas e médias no horizonte BC; poucas muito finas e raras finas no horizonte CB.

POROS – muitos muito pequenos, comuns pequenos, poucos médios e grandes nos horizontes A e AB; muitos muito pequenos e poucos pequenos no horizonte Bi; muitos muito pequenos no horizonte BC e comuns muito pequenos no horizonte CB.

OBSERVAÇÃO:

– No horizonte superficial, predomina cascalho de quartzo com poucos fragmentos de rocha, o qual diminui em profundidade.

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL SE-LVd7

DATA – 24/02/2015

CLASSIFICAÇÃO – LATOSSOLO VERMELHO Distrófico húmico, textura muito argilosa, álico, mesoférico.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – CEBIO/VALE, de propriedade da Empresa Vale S.A., Município de Sabará, Estado de Minas Gerais. Fuso 23 com meridiano central de longitude 45° Oeste e coordenadas UTM Norte 7.803.757 m e Leste 624.999 m. Datum: WGS84.

SITUAÇÃO E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Terço inferior de vertente. Perfil descrito sob eucalipto.

ALTITUDE – 935 m.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto da alteração de rochas metassedimentares (filitos decompostos e metagralvaca.

PEDREGOSIDADE – não pedregosa.

ROCHOSIDADE – não rochosa.

RELEVO LOCAL – forte ondulado.

RELEVO REGIONAL – forte ondulado e montanhoso.

EROSÃO – ligeira em sulcos.

DRENAGEM – acentuadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – floresta estacional semidecidual.

USO ATUAL – eucalipto não manejado.

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap 0 - 10 cm, bruno-avermelhado-escuro (3YR 3/3, úmida) e bruno-avermelhado (3YR 4/3, seca); argila; moderada pequena e muito pequena granular e moderada média e pequena blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição clara e plana.
- A 10 - 22 cm, bruno-avermelhado (2,5YR 4/3, úmida e 3YR 4/4, seca); muito argilosa; moderada pequena e muito pequena granular e moderada pequena e muito pequena blocos subangulares; ligeiramente dura, friável a firme, plástica e pegajosa; transição clara e plana.
- AB 22 - 44 cm, bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/4, úmida) e vermelho-acinzentado (10R 4/4, seca); muito argilosa; fraca média e pequena blocos subangulares que se desfazem em forte muito pequena granular; ligeiramente dura, friável a firme, plástica e pegajosa; transição clara e plana.
- BA 44 - 75 cm, vermelho-acinzentado (10R 4/4, úmida) e vermelho (5R 4/6, seca); muito argilosa; fraca pequena e média blocos subangulares que se desfazem em forte muito pequena granular; ligeiramente dura, friável a firme, muito plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
- Bw1 75 - 100 cm, vermelho-acinzentado (10R 4/4, úmida) e vermelho (7R 4/6, seca); muito argilosa; fraca média e pequena blocos subangulares que se desfazem em forte muito pequena granular; ligeiramente dura, friável, muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.
- Bw2 100 - 125 cm, vermelho-acinzentado (10R 4/4, úmida) e vermelho (7R 4/6, seca); muito argilosa; maciça que se desfaz em fraca muito pequena blocos subangulares e forte muito pequena granular; ligeiramente dura, muito friável, muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.
- Bw3 125 - 160 cm +, vermelho (7R 4/8, úmida e 5R 4/8, seca); muito argilosa; maciça que se desfaz em fraca muito pequena blocos subangulares e forte muito pequena granular; ligeiramente dura, muito friável, muito plástica e muito pegajosa.

RAÍZES – abundantes muito finas e finas, comuns médias no horizonte Ap; comuns muito finas, poucas finas e médias nos horizontes A e AB; poucas muito finas, finas e médias nos demais horizontes.

POROS - abundantes muito pequenos e pequenos, comuns médios e grandes no horizonte Ap; abundantes muito pequenos, comuns pequenos e poucos grandes no horizonte A; abundantes muito pequenos, poucos pequenos e médios no horizonte AB; abundantes muito pequenos e pequenos, comuns médios no horizonte BA; abundantes muito pequenos e pequenos, poucos médios nos horizontes Bw1 e Bw2; abundantes muito pequenos, comuns pequenos e poucos médios no horizonte Bw3.

OBSERVAÇÕES:

- Presença de cascalho de quartzo em todos os horizontes do perfil.
- Atividade biológica intensa de cupins nos horizontes superficiais Ap e A.
- Presença de pequenos fragmentos de carvão distribuídos por todo o perfil. marcos

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL SE-CXbd8

DATA – 31/07/2015

CLASSIFICAÇÃO – CAMBISSOLO HÁPLICOTb Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, álico, mesoférrico.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Mina Córrego do Meio, de propriedade da Empresa Vale S.A., Município de Sabará, Estado de Minas Gerais. Fuso 23 com meridiano central de longitude 45° Oeste e coordenadas UTM Norte 7.803.446 m e Este 624.922 m. Datum: WGS84.

SITUAÇÃO E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Terço médio de vertente. Perfil descrito sob eucalipto.

ALTITUDE – 962 m.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto da alteração de rocha metassedimentar (provavelmente filito decomposto).

PEDREGOSIDADE – não pedregosa.

ROCHOSIDADE – não rochosa.

RELEVO LOCAL – ondulado.

RELEVO REGIONAL – ondulado e forte ondulado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – floresta estacional semidecidual.

USO ATUAL – eucalipto.

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0 - 21 cm, bruno-avermelhado (5YR 4/3, úmida) e amarelo-avermelhado (5YR 6/6, seca); franco-argilosa; forte pequena e muito pequena granular; ligeiramente dura, firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição clara e plana.
- BA 21 - 39 cm, vermelho a bruno-avermelhado (3YR 4/5, úmida) e bruno-avermelhado-claro (5YR 6/4, seca); argila; moderada a forte média e pequena blocos subangulares; dura, firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
- Bi 39 - 70 cm, vermelho (2,5YR 4/6, úmida); argila; moderada média e pequena blocos subangulares; dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
- BC 70 - 115 cm, vermelho (2,5YR 4/6, úmida), mosqueado abundante, pequeno e distinto, amarelo-avermelhado (5YR 6/6, úmida); argila; maciça que se desfaz em moderada média e pequena blocos subangulares; dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa.

RAÍZES – muitas muito finas, comuns finas e poucas médias no horizonte A; comuns muito finas e finas, poucas médias no horizonte BA; poucas muito finas e finas, raras médias no horizonte Bi; poucas muito finas, raras finas e médias no horizonte BC.

POROS - muitos muito pequenos e pequenos, comuns médios e poucos grandes no horizonte A; muitos muito pequenos, comuns pequenos e médios no horizonte AB; muitos muito pequenos e poucos pequenos nos horizontes Bi e BC.

OBSERVAÇÕES:

– Faixa de aproximadamente 4 cm de espessura de filito alterado de coloração 5YR 6/6 (úmida) e 7,5YR 7/6 (seca) no centro do horizonte BC, aproximadamente paralela à superfície do terreno.

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL SE-CXbd9

DATA – 29/07/2015

CLASSIFICAÇÃO – CAMBISSOLO HÁPLICOTb Distrófico latossólico, textura média cascalhenta/ argilosa cascalhenta/média cascalhenta, A moderado, álico, mesoférico, pedregoso.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Mina Córrego do Meio, de propriedade da Empresa Vale S.A., Município de Sabará, Estado de Minas Gerais. Fuso 23 com meridiano central de longitude 45° Oeste e coordenadas UTM Norte 7.803.626 m e Este 624.917 m. Datum: WGS84.

SITUAÇÃO E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Terço médio/inferior de vertente. Perfil descrito sob eucalipto de aproximadamente 10 anos com subbosque.

ALTITUDE – 933 m.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto da alteração de rocha metassedimentar (provavelmente filito decomposto).

PEDREGOSIDADE – pedregosa.

ROCHOSIDADE – não rochosa.

RELEVO LOCAL – ondulado.

RELEVO REGIONAL – ondulado e forte ondulado.

EROSÃO – moderada em sulcos.

DRENAGEM – bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – floresta estacional semidecidual.

USO ATUAL – eucalipto.

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A1 0 - (6 - 8) cm, bruno (7,5YR 4/2, úmida e 7,5YR 4/3, seca); franca cascalhenta; moderada pequena e muito pequena granular, entremeada a grande quantidade de cascalho de quartzo; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e abrupta.
- A2 (6 - 8) - (16 - 20) cm, bruno-avermelhado (5YR 4/3, úmida e seca); franco-argilosa cascalhenta; moderada pequena e muito pequena blocos subangulares; ligeiramente dura a dura, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e clara.
- BA (16 - 20) - (27 - 40) cm, bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmida e 5YR 5/4, seca); franco-argilosa pouco cascalhenta; moderada média e pequena blocos subangulares; dura, firme, plástica e pegajosa; transição ondulada e clara.
- Bi1 (27 - 40) - (66 - 91) cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmida e 5YR 5/6, seca); franco-argilosa cascalhenta; moderada muito pequena blocos subangulares, entremeada a grande quantidade de cascalho e matacão de quartzo; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição ondulada e clara.
- Bi2 (66 - 91) - (88 - 115) cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmida e 5YR 5/6, seca), mosqueado pouco, pequeno e proeminente; franco-argilosa cascalhenta; moderada média e pequena blocos subangulares, entremeada a grande quantidade de cascalho e calhaus de quartzo; ligeiramente dura, firme, plástica e pegajosa; transição ondulada e clara.
- BC 88 - 115 cm +, coloração variegada composta de bruno (7,5YR 4/4, úmida) e bruno-claro (7,5YR 6/4, úmida); francossiltosa; maciça que se desfaz em moderada grande e média blocos subangulares; ligeiramente dura, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

RAÍZES – muitas muito finas e finas, comuns médias nos horizontes A1 e A2; comuns muito finas e finas, poucas médias no horizonte BA; poucas muito finas, finas e médias no horizonte Bi1; poucas muito finas e finas nos horizontes Bi2 e BC.

POROS - muitos muito pequenos e pequenos, comuns médios nos horizontes A1 e A2; comuns muito pequenos e pequenos, poucos pequenos nos horizontes BA, Bi1 e Bi2; comuns muito pequenos no horizonte BC.

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL SE-CXbd10

DATA – 29/07/2015

CLASSIFICAÇÃO – CAMBISSOLO HÁPLICOTb Distrófico latossólico, textura média cascalhenta/ argilosa, A moderado, álico, mesoférrico, pedregoso.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Mina Córrego do Meio, de propriedade da Empresa Vale S.A., Município de Sabará, Estado de Minas Gerais. Fuso 23 com meridiano central de longitude 45° Oeste e coordenadas UTM Norte 7.803.511 m e Este 624.898 m. Datum: WGS84.

SITUAÇÃO E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – terço médio/inferior de vertente. Perfil descrito sob eucalipto entremeado com capoeira.

ALTITUDE – 966 m.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto da alteração de rocha metassedimentar (provavelmente filito decomposto).

PEDREGOSIDADE – pedregosa.

ROCHOSIDADE – não rochosa.

RELEVO LOCAL – ondulado.

RELEVO REGIONAL – ondulado e forte ondulado.

EROSÃO – não aparente.

DRENAGEM – bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – floresta estacional semidecidual.

USO ATUAL – eucalipto com capoeira.

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0 – (15 – 22) cm, bruno (7,5YR 4/4, úmida) e bruno-forte (7,5YR 5/6, seca); franco-argilosa cascalhenta; moderada pequena e muito pequena granular e moderada muito pequena blocos subangulares; ligeiramente dura, firme, plástica e pegajosa; transição ondulada e abrupta.
- AB (15 – 22) - 34 cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmida e 5YR 5/6, seca); franco-argilosa; moderada média e pequena blocos subangulares; ligeiramente dura a dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- BA 34 - 55 cm, bruno-avermelhado (2,5YR 4/4, úmida); franco-argilosa; fraca pequena e média blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- Bi1 55 - 92 cm, vermelho (2,5YR 4/6, úmida); franco-argilosa; fraca média e pequena blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa a muito pegajosa; transição plana e difusa.
- Bi2 92 – (109 – 119) cm, vermelho (2,5YR 4/6, úmida); argila; fraca pequena blocos subangulares; ligeiramente dura a dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa a muito pegajosa; transição ondulada e clara.
- BC (109 – 119) - 142 cm, vermelho (2,5YR 4/7, úmida); franco-argilosa pouco cascalhenta; fraca pequena blocos subangulares; ligeiramente dura a dura, friável, ligeiramente plástica a plástica e pegajosa a muito pegajosa.

RAÍZES – muitas muito finas e finas, poucas médias nos horizontes A e AB; comuns muito finas e finas, poucas médias nos horizontes BA e Bi1; poucas muito finas, finas e médias nos horizontes Bi2 e BC.

POROS - muitos muito pequenos e pequenos, comuns médios e poucos grandes no horizonte A; muitos muito pequenos, comuns pequenos e médios, poucos grandes nos horizontes AB e BA; muitos muito pequenos, poucos pequenos e médios no horizonte Bi1; muitos muito pequenos e poucos pequenos no horizonte Bi2; comuns muito pequenos no horizonte BC.

OBSERVAÇÕES:

- Presença de pequena quantidade de fragmentos de carvão nos horizontes AB, BA e Bi1;
- Fragmentos de quartzo de tamanho cascalho ocupando aproximadamente 20% do horizonte A;
- Cascalho de quartzo ocupando menos que 5% do horizonte AB;
- Menos que 5% de fragmentos de filito pouco decomposto e quartzo no horizonte BA;
- Presença de aproximadamente 8% de saprolito nos horizontes Bi1 e Bi2;
- Aproximadamente 40% de fragmentos de quartzo e filito pouco alterado no horizonte BC.

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL SCR-RRj11

DATA – 29/07/2015

CLASSIFICAÇÃO (sugerida) – NEOSSOLO REGOLÍTICO Perférico típico, textura média esquelética, A moderado, pedregoso.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Mina Córrego do Meio, de propriedade da Empresa Vale S.A., Município de Sabará, Estado de Minas Gerais. Fuso 23 com meridiano central de longitude 45° Oeste e coordenadas UTM Norte 7.806.557 m e Este 632.531 m. Datum: WGS84.

SITUAÇÃO E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – terço superior de encosta. Perfil descrito sob campo rupestre ferruginoso.

ALTITUDE – 1.204 m.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto da alteração de itabirito.

PEDREGOSIDADE – extremamente pedregosa.

ROCHOSIDADE – moderadamente rochosa.

RELEVO LOCAL – ondulado.

RELEVO REGIONAL – ondulado e forte ondulado.

EROSÃO – não aparente.

DRENAGEM – moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – campo rupestre ferruginoso.

USO ATUAL – sem uso.

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- | | |
|-----|--|
| A | 0 - 5 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmida) e cinzento-avermelhado-escuro (5YR 4/2, seca); franco-argiloarenosa cascalhenta; moderada pequena granular, forte muito pequena granular e grãos simples; ligeiramente dura, friável, não plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e abrupta. |
| CrA | 5 - 45 cm, bruno-avermelhado (5YR 4/3, úmida); franco-argilosa cascalhenta; forte muito pequena granular e grãos simples; transição plana e clara. |
| Cr | 45 - 70 cm +, bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmida); franco-argilosa pouco cascalhenta; forte muito pequena granular e grãos simples. |

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL SCR-RRj12

DATA – 30/07/2015

CLASSIFICAÇÃO – NEOSSOLO REGOLÍTICO Perférico húmico, textura média esquelética.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Mina Córrego do Meio, de propriedade da Empresa Vale S.A., Localidade de Segredinho, Município de Sabará, Estado de Minas Gerais. Fuso 23 com meridiano central de longitude 45° Oeste e coordenadas UTM Norte 7.806.504 m e Este 632.479 m. Datum: WGS84.

COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Perfil descrito sob campo rupestre ferruginoso.

ALTITUDE – 1.204 m.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto da alteração de itabirito.

PEDREGOSIDADE – extremamente pedregosa.

ROCHOSIDADE – moderadamente rochosa.

RELEVO LOCAL – suave ondulado.

RELEVO REGIONAL – ondulado e forte ondulado.

EROSÃO – não aparente.

DRENAGEM – moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – campo rupestre ferruginoso (campo de canga).

USO ATUAL – sem uso.

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- | | |
|-----|--|
| A | 0 - 14 cm, preto (5YR 2/1, úmida e 5YR 2,5/1, seca); franco-arenosa cascalhenta; moderada pequena granular, forte muito pequena granular e grãos simples; ligeiramente dura, friável, não plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara. |
| ACr | 14 - 30 cm, vermelho-escuro-acinzentado (2,5YR 3/2, úmida e seca); franco-arenosa muito cascalhenta; forte muito pequena granular e grãos simples; transição plana e gradual. |
| Cr | 30 - 60 cm, bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/3); franco-argiloarenosa cascalhenta; grãos simples e forte muito pequena granular. |

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL ST-TT13

DATA – 30/07/2015

CLASSIFICAÇÃO – TIPO DE TERRENO.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO E ESTADO – Mina Córrego do Meio, de propriedade da Empresa Vale SA, Município de Sabará, Estado de Minas Gerais.

COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – perfil descrito em talude de pilha estéril, revegetado com capim-gordura.

MATERIAL ORIGINÁRIO – resíduos da extração de minério.

PEDREGOSIDADE – não pedregosa.

ROCHOSIDADE – não rochosa.

RELEVO LOCAL – ondulado.

RELEVO REGIONAL – ondulado e forte ondulado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – floresta estacional semidecidual.

USO ATUAL – capim-gordura.

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0 - 6 cm, bruno (7,5YR 4/2, úmida e 7,5YR 4/4, seca); franco-arenosa cascalhenta; fraca muito pequena granular e grãos simples; solta, solta, não plástica e não pegajosa; transição plana e abrupta.
- C1 6 - (22 - 50) cm, coloração variegada composta por vermelho-acinzentado (10R 4/3, úmida), amarelo-avermelhado (7,5YR 7/6, úmida) e amarelo (10YR 7/6, úmida); franco-arenosa cascalhenta; maciça que se desfaz em grãos simples; não plástica e não pegajosa; transição ondulada e abrupta.
- C2 (22 - 50) - (35 - 68) cm, vermelho-acinzentado (2,5YR 4/2, úmida); franca cascalhenta; grãos simples; não plástica e não pegajosa; transição ondulada e abrupta.
- C3 (35 - 68) - 75 cm +, coloração variegada composta por bruno-avermelhado (2,5YR 4/4, úmida), vermelho (10R 4/6, úmida), amarelo (10YR 7/6, úmida) e bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, úmida); franca cascalhenta; maciça; não plástica e não pegajosa.

RAÍZES - comuns muito finas e finas no horizonte A e na camada C1; poucas muito finas na camada C2 e raras muito finas na C3.

POROS - muitos muito pequenos no horizonte A; poucos muito pequenos nas camadas C1 e C2; ausentes na C3.

OBSERVAÇÕES:

- Na camada C1 presença de pequena quantidade de itabirito. Material dominado por filito de diferentes graus de decomposição e tamanhos, inclusive nas frações silte e areia;
- Predominância de filito pouco alterado de tamanho cascalho na camada C2;
- Presença de filito bastante alterado entremeado com cascalho, calhau e matacão de itabirito na camada C3.

APÊNDICE 2

**Dados morfológicos e analíticos dos perfis da mina Córrego do
Feijão, Município de Brumadinho, MG**

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL BM-CXbd14

DATA – 11/08/2015

CLASSIFICAÇÃO – CAMBISSOLO HÁPLICOTb Distrófico latossólico, textura média, A moderado, álico, hipoférrico, endopedregoso.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO E ESTADO – Mina Córrego do Feijão, de propriedade da Empresa Vale SA, Município de Brumadinho, Estado de Minas Gerais.

COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – perfil descrito sob floresta estacional semidecidual.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto de retrabalhamento do granito.

PEDREGOSIDADE – não pedregosa.

ROCHOSIDADE – não rochosa.

RELEVO LOCAL – forte ondulado.

RELEVO REGIONAL – forte ondulado e montanhoso.

EROSÃO – ligeira laminar.

DRENAGEM – bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – floresta estacional semidecidual.

USO ATUAL – sem uso.

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A1	0 - 7 cm, bruno-escuro (7,5YR 3/2, úmida) e bruno (7,5YR 4/2, seca); franco-argiloarenosa; moderada pequena e muito pequena granular; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
A2	7 - 22 cm, bruno (7,5YR 4/3, úmida e 7,5YR 4/4, seca); franco-argiloarenosa; fraca média e pequena blocos subangulares que se desfazem em moderada pequena e muito pequena granular; ligeiramente dura, friável a firme, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
AB	22 - 43 cm, bruno-forte (7,5YR 4/6, úmida e 7,5YR 5/6, seca); franco-argiloarenosa; moderada média e pequena blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica a plástica e pegajosa; transição plana e clara.
Bi1	43 - 70 cm, bruno-forte (7,5YR 5/6, úmida e seca); franco-argiloarenosa; moderada média e pequena blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.
Bi2/R	70 - 126 cm, coloração variegada composta por bruno-forte (7,5YR 5/6, úmida), vermelho (2,5YR 5/6, úmida) e amarelo-avermelhado (7,5YR 6/6, úmida); franco-argiloarenosa; fraca média e pequena blocos subangulares; ligeiramente dura e localmente dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
BC	126 - 150 cm, franca; maciça que se desfaz em fraca média e grande blocos subangulares.

RAÍZES - muitas muito finas e finas, poucas médias no horizonte A1; comuns muito finas e finas, poucas médias nos horizontes A2 e AB; comuns muito finas, poucas finas e médias no horizonte Bi1; poucas muito finas e finas no horizonte Bi2/R; raras muito finas e finas no horizonte BC.

POROS - muitos muito pequenos e pequenos, comuns médios e poucos grandes no horizonte A1; muitos muito pequenos, comuns pequenos, poucos médios e grandes no horizonte A2; muitos muito pequenos e pequenos, comuns médios e poucos grandes nos horizontes AB e Bi1; muitos muito pequenos, poucos pequenos e médios no horizonte Bi2/R; comuns muito pequenos e pequenos no horizonte BC.

OBSERVAÇÕES:

- Fragmentos de rocha bastante alterada iniciando-se no horizonte A2 e está presente nos demais horizontes. Ocupam menos que 5% do volume do horizonte, inclusive no horizonte BC;
- Presença e atividade biológica (cupins) intensa nos horizontes A1 ao Bi1.

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL BM-CHd15

DATA – 12/08/2015

CLASSIFICAÇÃO – CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico petroplíntico latossólico, textura argilosa, álico, hipoférrico.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Mina Córrego do Feijão, Município de Brumadinho, Estado de Minas Gerais. Fuso 23 com meridiano central de longitude 45° Oeste e coordenadas UTM Norte 7.770.561 m e Este 589.014 m. Datum: WGS84.

SITUAÇÃO E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Terço médio de vertente. Perfil descrito sob floresta estacional semidecidual secundária.

ALTITUDE – 801 m.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto de retrabalhamento do granito.

PEDREGOSIDADE – não pedregosa.

ROCHOSIDADE – não rochosa.

RELEVO LOCAL – ondulado.

RELEVO REGIONAL – forte ondulado e montanhoso.

EROSÃO – não aparente.

DRENAGEM – bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – floresta estacional semidecidual.

USO ATUAL – sem uso.

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- | | |
|----|---|
| A1 | 0 - 7 cm, bruno-escuro (7,5YR 3/2, úmida e 7,5YR 3/3, seca); argila; moderada muito pequena e pequena granular; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e abrupta. |
| A2 | 7 - 29 cm, bruno-escuro (7,5YR 3/2, úmida) e bruno (7,5YR 4/2, seca); argila; moderada pequena e muito pequena granular; ligeiramente dura a dura, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara. |

A3	29 - 44 cm, bruno (7,5YR 4/2, úmida e 7,5YR 4/3, seca); argila; moderada pequena e muito pequena granular; ligeiramente dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
AB	44 - 69 cm, bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmida) e vermelho-amarelado (5YR 5/6, seca); argila; moderada média e pequena blocos subangulares; ligeiramente dura a dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
Bi1	69 - 88 cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmida); argila pouco cascalhenta; moderada pequena e média blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
Bi2	88 - 107 cm, vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmida); argila; fraca pequena e média blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
Bi3	107 - 127 cm, vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmida) e amarelo-avermelhado (5YR 6/8, seco); argila; fraca pequena e média blocos subangulares; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e abrupta.
BCc	127 - 144 cm, argiloarenosa esquelética; transição plana e abrupta.
BC	144 - 150 cm, vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmida), mosqueado pouco, médio e pequeno, difuso, amarelo-avermelhado (7,5YR 6/8, úmida); argila; maciça que se desfaz em fraca média e pequena blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa.

RAÍZES – muitas muito finas e finas, comuns médias nos horizontes A1 e A2; comuns muito finas e finas, poucas médias e raras grossas nos horizontes A3 e AB; poucas muito finas e finas, raras médias nos horizontes Bi1 e Bi2; raras muito finas, finas e médias no horizonte Bi3; poucas muito finas e finas, raras médias no horizonte BC.

POROS: muitos muito pequenos e pequenos, comuns médios e poucos grandes nos horizontes A1 e A2; muitos muito pequenos, poucos pequenos, médios e grandes no horizonte A3; muitos muito pequenos e pequenos, comuns médios e poucos grandes nos horizontes AB e Bi1; muitos muito pequenos e poucos pequenos no horizonte Bi2; muitos muito pequenos, comuns pequenos e poucos médios no horizonte Bi3; poucos muito pequenos no horizonte BC.

OBSERVAÇÕES:

– Presença cascalho de quartzo ocupando menos que 5% do volume do horizonte Bi1. Nesse horizonte, os nódulos petroplínticos são hematíticos e goethíticos, de formato irregular e tamanho variando de milimétrico a centimétrico (até 10 cm de diâmetro), ocupando menos que 5% desse horizonte.

– Presença de nódulos petroplínticos hematíticos irregulares no horizonte Bi2, milimétricos a centimétricos, ocupando menos que 1% do volume do horizonte.

– No horizonte BCc o material terroso ocupa menos que 10% do volume do horizonte. Os nódulos petroplínticos têm morfologia laminar e composição predominantemente hematítica, com borda goethítica. Presença de grande quantidade de cascalhos de quartzo. Presença de grãos de feldspato e folhas de muscovita no saprolito derivado da decomposição do granito, cujos remanescentes de saprolito encontram-se ferruginizados.

– Presença de folhas de muscovita de até 1 cm no horizonte BC e de nódulos petroplínticos ocupando menos que 1% do volume do horizonte.

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL BM-LVAd16

DATA – 07/01/2016

CLASSIFICAÇÃO – LATOSSOLO VERMEHO-AMARELO Distrófico petroplântico, textura argilosa/ argilosa cascalhenta, A moderado, epiálico, hipoférrico.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Mina Córrego do Feijão, Município de Brumadinho, Estado de Minas Gerais. Fuso 23 com meridiano central de longitude 45° Oeste e coordenadas UTM Norte 7.770.579 m e Este 588.953 m. Datum: WGS84.

SITUAÇÃO E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Terço médio de vertente. Perfil descrito sob floresta estacional semidecidual secundária.

ALTITUDE – 790 m.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto do retrabalhamento do granito.

PEDREGOSIDADE – não pedregosa.

ROCHOSIDADE – não rochosa.

RELEVO LOCAL – suave ondulado.

RELEVO REGIONAL – ondulado e forte ondulado.

EROSÃO – não aparente.

DRENAGEM – bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – floresta estacional semidecidual.

USO ATUAL – sem uso.

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A1	0 - 14 cm, cinzento-escuro (5YR 4/1, úmida); argila; moderada pequena e muito pequena granular; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
A2	14 - 28 cm, cinzento-avermelhado-escuro (5YR 4/2, úmida); argila; fraca pequena blocos subangulares que se desfazem em moderada muito pequena granular; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
AB	28 - 41 cm, bruno-avermelhado (5YR 4/3, úmida); argila; fraca pequena blocos subangulares que se desfazem em moderada muito pequena granular; ligeiramente dura, firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.
BA	41 - 68 cm, vermelho-amarelado a bruno-avermelhado (5YR 4/5, úmida); argila; fraca média e pequena blocos subangulares que se desfazem em moderada muito pequena granular; ligeiramente dura, friável a firme, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.
Bw1	68 - 105 cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmida); argila; fraca grande e média blocos subangulares que se desfazem em moderada muito pequena granular; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e difusa.
Bw2	105 - 140 cm, vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmida); argila; fraca grande e média blocos subangulares que se desfazem em moderada muito pequena granular; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e difusa.
Bwc	140 - 155 cm, vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmida); argila cascalhenta; maciça que se desfaz em moderada muito pequena granular; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa.

RAÍZES: muitas muito finas e finas, comuns médias no horizonte A1; comuns muito finas e finas, poucas médias no horizonte A2; comuns muito finas, poucas finas e médias no horizonte AB; poucas muito finas e finas nos horizontes BA e Bw1; poucas muito finas e raras finas no horizonte Bw2; raras muito finas no horizonte Bwc.

POROS: muitos muito pequenos e pequenos, comuns médios e poucos grandes no horizonte A1; muitos muito pequenos e pequenos, poucos médios e grandes no horizonte A2; muitos muito pequenos, comuns pequenos e poucos médios no horizonte AB; muitos muito pequenos, comuns pequenos e médios, poucos grandes nos horizontes BA e Bw1; muitos muito pequenos, comuns pequenos e poucos médios no horizonte Bw2; muitos muito pequenos e comuns pequenos no horizonte Bwc.

OBSERVAÇÕES:

- Perfil descrito úmido.
- Presença de cascalhos de quartzo ocupando menos que 1% do volume dos horizontes Bw1 e Bw2.
- Nódulos petroplínticos vermelhos e a amarelos, irregulares, milimétricos a centimétricos (este último com média de 1 cm de diâmetro) presentes no horizonte Bwc ocupam aproximadamente 10% do seu volume e estão mesclados com cascalhos de quartzo.

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL BM-LVd17

DATA – 05/01/2016

CLASSIFICAÇÃO – LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura muito argilosa, A moderado, mesoférico.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Mina Córrego do Feijão, Município de Brumadinho, Estado de Minas Gerais. Fuso 23 com meridiano central de longitude 45° Oeste e coordenadas UTM Norte 7.770.686 m e Este 588.898 m. Datum: WGS84.

SITUAÇÃO E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Terço superior de vertente. Perfil descrito sob floresta estacional semidecidual secundária.

ALTITUDE – 814 m.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto da alteração do granito.

PEDREGOSIDADE – não pedregosa.

ROCHOSIDADE – não rochosa.

RELEVO LOCAL – suave ondulado.

RELEVO REGIONAL – ondulado e forte ondulado.

EROSÃO – não aparente.

DRENAGEM – bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – floresta estacional semidecidual.

USO ATUAL – sem uso.

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0 - 14 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmida); argila; forte muito pequena e pequena granular; firme a friável, ligeiramente plástica a plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- AB 14 - 30 cm, bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmida); muito argilosa; forte muito pequena e pequena granular; firme a friável, ligeiramente plástica a plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- BA 30 - 59 cm, vermelho (2,5YR 4/6, úmida); muito argilosa; fraca média e pequena blocos subangulares que se desfazem em forte muito pequena e pequena granular; firme a friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.
- Bw1 59 - 108 cm, vermelho (2,5YR 4/8, úmida); muito argilosa; fraca grande e média blocos subangulares que se desfazem em forte muito pequena e pequena granular; muito friável, plástica a ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e difusa.
- Bw2 108 - 150 cm +, vermelho (2,5YR 4/8, úmida); muito argilosa; maciça que se desfaz em forte muito pequena e pequena granular; muito friável, plástica e pegajosa.

RAÍZES: muitas muito finas e finas, poucas médias no horizonte A; muitas muito finas, comuns finas e poucas médias no horizonte AB; comuns muito finas e finas, poucas médias no horizonte BA; comuns muito finas e poucas finas no horizonte Bw1; poucas muito finas e raras médias no horizonte Bw2.

POROS: muitos muito pequenos e pequenos, comuns médios e poucos grandes nos horizontes A e AB; muitos muito pequenos, comuns pequenos e médios, poucos grandes no horizonte BA; muitos muito pequenos, comuns pequenos e poucos médios nos horizontes Bw1 e Bw2.

OBSERVAÇÕES:

- Perfil descrito úmido.
- Intensa atividade de cupins nos horizontes A, AB e BA.

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL BT-TT18

DATA – 05/01/2016

CLASSIFICAÇÃO – TIPO DE TERRENO.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Mina Córrego do Feijão, de propriedade da Empresa Vale SA, Município de Brumadinho, Estado de Minas Gerais. Fuso 23 com meridiano central de longitude 45° Oeste e coordenadas UTM Norte 7.770.616 m e Este 588.660 m. Datum: WGS84.

SITUAÇÃO E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Terceiro talude da base para o topo da pilha de estéril de mineração. Coletado no centro do talude.

MATERIAL ORIGINÁRIO – resíduos da extração de minério de ferro.

PEDREGOSIDADE – não pedregosa.

ROCHOSIDADE – não rochosa.

RELEVO LOCAL – forte ondulado.

RELEVO REGIONAL – ondulado.

EROSÃO – moderada laminar.

DRENAGEM – bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – floresta estacional semidecidual.

USO ATUAL – capim-colonião, capim-gordura e poucas leguminosas (crotalária).

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- C1 0 - 28 cm, bruno-avermelhado (2,5YR 4/4, úmida); franca cascalhenta; maciça que se desfaz em moderada pequena e muito pequena granular; friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e difusa.
- C2 28 - 58 cm, bruno-avermelhado (2,5YR 4/4, úmida); franco-argiloarenosa cascalhenta; maciça que se desfaz em fraca média e pequena blocos subangulares e moderada muito pequena granular; firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- C3 58 - 86 cm, coloração variegada composta de vermelho (2,5YR 5/6, úmida) e bruno-avermelhado (2,5YR 4/3, úmida); franca pouco cascalhenta; fraca média e pequena blocos subangulares que se desfazem em moderada muito pequena granular; firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e abrupta.
- C4 86 - 150 cm, coloração variegada composta por bruno-avermelhado (2,5YR 4/4 e 2,5YR 4/3, úmida) e vermelho-escuro-acinzentado (2,5YR 3/2, úmida); franco-argiloarenosa cascalhenta; moderada muito pequena e pequena granular; muito friável, ligeiramente plástica e pegajosa.

RAÍZES: muitas muito finas e poucas finas na camada C1; comuns muito finas nas camadas C2, C3 e C4.

POROS: comuns muito pequenos e pequenos na camada C1; comuns muito pequenos e poucos pequenos na camada C2; poucos muito pequenos e pequenos nas camadas C3 e C4.

OBSERVAÇÕES:

- C1: presença de (1) cascalhos de granito em diferentes graus de decomposição, predominando os mais decompostos; (2) nódulos hematíticos subarredondados; e (3) cascalhos de quartzo.
- C2: presença de (1) cascalhos de hematita; (2) fragmentos de granito em avançado estágio de decomposição; (3) calhaus de hematita; e (3) seixos rolado de quartzo enfumaçado.
- C3: ocorrência de faixas de material mais escuro (possivelmente hematita nas frações areia e cascalho) intercalado a material mais claro, que predomina; presença de nódulos petroplínticos e saprolito de granito em avançado estágio de decomposição.
- Presença dos minerais feldspato e mica na fração areia de todos os horizontes.

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL BT-TT19

DATA – 07/01/2016

CLASSIFICAÇÃO – TIPO DE TERRENO.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Mina Córrego do Feijão, de propriedade da Empresa Vale S.A., Município de Brumadinho, Estado de Minas Gerais. Fuso 23 com meridiano central de longitude 45° Oeste e coordenadas UTM Norte 7.770.678 m e Este 588.817 m. Datum: WGS84.

COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – vegetação de campo rupestre ferruginoso.

ALTITUDE – 812 m.

MATERIAL ORIGINÁRIO – resíduos de extração de minério de ferro.

PEDREGOSIDADE – ligeiramente pedregosa.

ROCHOSIDADE – não rochosa.

RELEVO LOCAL – transição plano/forte ondulado.

RELEVO REGIONAL – ondulado.

EROSÃO – não aparente.

DRENAGEM – bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – floresta estacional semidecidual.

USO ATUAL – sem uso (capim-colonião e lobeira).

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- C1 0 - 49 cm, coloração variegada composta por vermelho-acinzentado (10R 4/4, úmida), vermelho-claro (10R 6/6, úmida) e preto-avermelhado (10R 2,5/1, úmida); franco-argilosa cascalhenta; maciça; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e abrupta.
- C2 49 - 76 cm, coloração variegada composta por vermelho-acinzentado (10R 4/4, úmida) e vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/2, úmida); franco-argilosa cascalhenta; maciça que se desfaz em fraca média e pequena blocos subangulares; firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e abrupta.
- C3 76 - 120 cm, bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmida); franca pouco cascalhenta; maciça que se desfaz em fraca grande e média blocos subangulares e moderada pequena e muito pequena granular; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

RAÍZES: comuns muito finas e poucas finas na camada C1; poucas muito finas e finas na camada C2; poucas muito finas na camada C3.

POROS: comuns muito pequenos, poucos pequenos e médios na camada C1; comuns muito pequenos e poucos pequenos na camada C2; comuns muito pequenos na camada C3.

OBSERVAÇÕES:

- Perfil descrito úmido.
- Horizonte C1: domínio de petroplintita e fragmentos de itabirito e hematita em diferentes tamanhos. Quartzo em decomposição e como seixo rolado de tamanho milimétrico (10 cm) ocupando 30% do horizonte.
- Horizonte C2: petroplintita, itabirito, seixo rolado de quartzo, granito intemperizado de diferentes dimensões, todos de tamanho milimétrico a centimétrico (10 cm), ocupando 30% do horizonte.
- Horizonte C3: itabirito, fragmentos milimétricos de granito decomposto (máximo 30 cm) em avançado Estado de alteração, ocupando 10% do horizonte.

APÊNDICE 3

**Dados Morfológicos e Analíticos dos Perfis da Mina Miguelão,
Município de Nova Lima, MG**

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL NVC-FFif20

DATA – 13/08/2015

CLASSIFICAÇÃO – PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplíntico típico, textura argilosa, A moderado.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Mina Miguelão, de propriedade da Empresa Vale S.A., Município de Nova Lima, Estado de Minas Gerais. Fuso 23 com meridiano central de longitude 45° Oeste e coordenadas UTM Norte 7.775.820 m e Este 608.919 m. Datum: WGS84.

COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – vegetação de campo rupestre ferruginoso arbustivo de porte médio.

ALTITUDE – 1.279 m.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto da alteração de cangas lateríticas.

PEDREGOSIDADE – extremamente pedregosa.

ROCHOSIDADE – rochosa.

RELEVO LOCAL – suave ondulado.

RELEVO REGIONAL – forte ondulado a montanhoso.

EROSÃO – não aparente.

DRENAGEM – mal drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – campo rupestre ferruginoso.

USO ATUAL – sem uso.

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL NVC-FFc21

DATA – 04/01/2016

CLASSIFICAÇÃO – PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico úmbrico, textura siltosa/ argilosa cascalhenta.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – localizado a aproximadamente 8 metros do ponto CE 2, Mina Miguelão, de propriedade da Empresa Vale S.A., Município de Nova Lima, Estado de Minas Gerais.

COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – perfil descrito sob campo rupestre ferruginoso arbustivo de porte médio.

MATERIAL ORIGINÁRIO – rocha metassedimentar de filito.

PEDREGOSIDADE – ligeiramente pedregosa (endopedregosa).

ROCHOSIDADE – não rochosa.

RELEVO LOCAL – ondulado.

RELEVO REGIONAL – ondulado e forte ondulado.

EROSÃO – ligeira em sulcos.

DRENAGEM – bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – campo rupestre ferruginoso.

USO ATUAL – sem uso.

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A1	0 - (7 - 15) cm, cinzento-avermelhado-escuro (2,5YR 3/1, úmida); franco-argilosa; forte pequena e muito pequena granular; friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição ondulada e clara.
A2	(7 - 15) - (17 - 39) cm, bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/3, úmida) franco-argilosiltosa; forte muito pequena e pequena granular; muito friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição ondulada e gradual.
Cc/Bwc1	(17 - 39) - (53 - 70) cm, bruno-avermelhado (2,5YR 4/4, úmida) argila; forte muito pequena granular; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e difusa.
Cc/Bwc2	(53 - 70) - (78 - 90) cm, vermelho (2,5YR 4/6, úmida) argila cascalhenta; forte muito pequena granular; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e difusa.
F	(78 - 90) - 115 cm +.

RAÍZES: muitas muito finas e finas, e comuns médias nos horizontes A1 e A2; comuns muito finas, finas e médias no Cc/Bwc1; poucas muito finas, e comuns finas e médias no Cc/Bwc2.

POROS: muitos muito pequenos, e poucos pequenos e médios no A1; muitos muito pequenos, e comuns pequenos e médios no A2; muitos muito pequenos no Cc/Bwc1 e no Cc/Bwc2.

OBSERVAÇÕES:

- Presença de lamelas de argila no horizonte A1, paralelas à superfície do terreno. A origem desta argila orientada possivelmente está relacionada ao seu transporte por processos erosivos e movimentação lateral de água, depositando-se nesta posição da paisagem. As lamelas estão entremeadas a quantidade expressiva de material vegetal (folhas) em avançado estágio de decomposição. Estas lamelas estão ausentes no horizonte A2, enquanto que o material vegetal supracitado encontra-se em quantidade bem reduzida em relação ao horizonte sobrejacente.
- Nódulos petroplínticos milimétricos e subarredondados (chumbinho de caça) ocupam menos que 5% do horizonte A2.
- Nódulos petroplínticos ocupam mais que 50% do volume dos horizontes Cc/Bwc1 e Cc/Bwc2.

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL NVC-FFIf22

DATA – 06/01/2016

CLASSIFICAÇÃO – PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplíntico típico, textura média cascalhenta, A moderado.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO E ESTADO – Mina Miguelão, de propriedade da Empresa Vale SA, Município de Nova Lima, Estado de Minas Gerais.

COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Perfil descrito sob campo rupestre ferruginoso arbustivo de porte baixo.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto da alteração de cangas lateríticas.

PEDREGOSIDADE – moderadamente pedregosa.

ROCHOSIDADE – não rochosa.

RELEVO LOCAL – ondulado.

RELEVO REGIONAL – ondulado.

EROSÃO – não aparente.

DRENAGEM – moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – campo rupestre ferruginoso.

USO ATUAL – sem uso.

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL NVC-FFc23

DATA – 04/01/2016

CLASSIFICAÇÃO – PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico húmico, textura argilosa muito cascalhenta/muito argilosa muito cascalhenta.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Mina Miguelão, de propriedade da Empresa Vale SA, Município de Nova Lima, Estado de Minas Gerais.

COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – perfil descrito sob campo rupestre ferruginoso arbustivo de porte alto.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto da alteração de cangas lateríticas.

PEDREGOSIDADE – ligeiramente pedregosa (endopedregosa).

ROCHOSIDADE – não rochosa.

RELEVO LOCAL – ondulado.

RELEVO REGIONAL – ondulado e forte ondulado.

EROSÃO – ligeira em sulcos.

DRENAGEM – bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – campo rupestre ferruginoso.

USO ATUAL – sem uso.

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ac1	0 - 10 cm, vermelho-escuro-acinzentado (2,5YR 3/2, úmida); argila; forte muito pequena e pequena granular; muito friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.
Ac2	10 - 28 cm, vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/3, úmida); argila muito cascalhenta; forte muito pequena e pequena granular; muito friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
ABc	28 - 60 cm, vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/3, úmida); muito argilosa cascalhenta; forte muito pequena granular; muito friável; transição plana e difusa.
Bwc	60 - 105 cm, vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4, úmida); muito argilosa muito cascalhenta; forte muito pequena granular; muito friável; transição plana e abrupta.
Cr	105 - 115 cm +, coloração variegada composta de vermelho-acinzentado (10R 4/4, úmida), bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmida) e vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/3, úmida); muito argilosa; maciça; extremamente firme.

RAÍZES: muitas muito finas e finas, e comuns médias nos horizontes Ac1 e Ac2; comuns muito finas, finas e poucas médias no horizonte ABc; comuns muito finas, poucas finas e médias no horizonte Bwc.

POROS: muitos muito pequenos, comuns pequenos, e poucos médios e grandes no horizonte Ac1; muitos muito pequenos, e poucos pequenos e médios nos horizontes Ac2, ABc e Bwc; poucos muito pequenos na camada Cr.

OBSERVAÇÕES:

– Perfil descrito úmido.

– Não foi possível avaliar a plasticidade e a pegajosidade dos horizontes ABc e Bwc devido à grande quantidade de cascalhos de petroplintita.

– Na transição do horizonte Ac2 para o ABc encontra-se quantidade expressiva de nódulos petroplínticos centimétricos (até 20 cm), irregulares e vermelhos.

– Nódulos petroplínticos do horizonte Ac1 são milimétricos a centimétricos (máximo de 1 cm de diâmetro), subarredondados, irregulares, poucos laminares, mas todos de coloração vermelha, ocupando de 5 a 10% do volume do horizonte.

– Nódulos petroplínticos milimétricos a centimétricos (máximo de 5 cm de diâmetro), irregulares, ocupam aproximadamente 40% do volume do horizonte Ac2.

– Nódulos milimétricos a centimétricos (máximo de 5 cm de diâmetro), irregulares ocupam aproximadamente 50% do horizonte ABc.

– Nódulos milimétricos a centimétricos (máximo de 10 cm de diâmetro e média de 1 cm) e irregulares ocupam mais de 50% do horizonte Bwc. Neste horizonte há fragmentos de saprolito bastante intemperizados (de coloração mais homogênea e avermelhada em relação ao Cr), irregulares, de diâmetro médio de 3 cm, ocupando menos que 5% do volume do horizonte.

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL NVC-FFc24

DATA – 06/01/2016

CLASSIFICAÇÃO – PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico húmico, textura média cascalhenta/muito argilosa cascalhenta.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Mina Miguelão, de propriedade da Empresa Vale SA, Município de Nova Lima, Estado de Minas Gerais. Fuso 23 com meridiano central de longitude 45° Oeste e coordenadas UTM Norte 7.775.858 m e Leste 609.190 m. Datum: WGS84.

SITUAÇÃO E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Perfil em terço superior/médio de encosta. Vegetação de campo rupestre ferruginoso arbustivo de porte médio.

ALTITUDE – 1.314 m.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto da alteração do itabirito.

PEDREGOSIDADE – pedregosa.

ROCHOSIDADE – não rochosa.

RELEVO LOCAL – ondulado.

RELEVO REGIONAL – ondulado.

EROSÃO – não aparente.

DRENAGEM – bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – campo rupestre ferruginoso.

USO ATUAL – sem uso.

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ac1	0 - 9 cm, cinzento-avermelhado-escuro (10R 3/1); franco-argiloarenosa cascalhenta; forte muito pequena e pequena granular; friável; transição plana e clara.
Ac2	9 - 28 cm, vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/2); argiloarenosa cascalhenta; forte muito pequena e pequena granular; friável; transição plana e gradual.
ABc	28 - 48 cm, vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/3); argila cascalhenta; forte muito pequena granular; transição plana e gradual.
BAc	48 - 74 cm, vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4); muito argilosa cascalhenta; forte muito pequena granular; transição plana e difusa.
Bwc	74 - 135 cm +, vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4); argila cascalhenta; forte muito pequena granular; maciça.

RAÍZES: muitas muito finas e finas, e poucas médias no Ac1 e Ac2; muitas muito finas, comuns finas, e poucas médias no ABc; poucas muito finas, finas e médias no BAc; raras muito finas e finas no Bwc.

POROS: muitos muito pequenos, comuns pequenos e médios, e poucos grandes no Ac1 e Ac2; muitos muito pequenos, comuns pequenos, e poucos médios no ABc; comuns muito pequenos e pequenos no BAc; poucos muito pequenos no Bwc.

OBSERVAÇÕES:

– Perfil descrito úmido.

– Não foi possível avaliar as consistências seca, úmida e molhada dos horizontes ABc, BAc e Bwc devido à grande quantidade de nódulos petroplínticos.

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL NVC-FFif25

DATA – 08/03/2016

CLASSIFICAÇÃO – PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplíntico latossólico úmbrico, textura argilosa pouco cascalhenta/muito argilosa cascalhenta.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Mina Miguelão, de propriedade da Empresa Vale SA, Município de Nova Lima, Estado de Minas Gerais. Fuso 23 com meridiano central de longitude 45° Oeste e coordenadas UTM Norte 7.775.756 m e Este 608.935 m. Datum: WGS84.

SITUAÇÃO E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – terço inferior de encosta. Vegetação de campo rupestre ferruginoso arbustivo de porte médio.

ALTITUDE – 1.286 m.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto da alteração de cangas lateríticas.

PEDREGOSIDADE – não pedregosa.

ROCHOSIDADE – não rochosa.

RELEVO LOCAL – suave ondulado.

RELEVO REGIONAL – suave ondulado.

EROSÃO – não aparente.

DRENAGEM – bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – campo rupestre ferruginoso.

USO ATUAL – sem uso.

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0 - (13 - 15) cm, vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/2, úmida e 10R 3/3, seca); argila pouco cascalhenta; forte muito pequena e pequena granular; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- AB (13 - 15) - 28 cm, vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/3, úmida e seca); muito argilosa; forte muito pequena e pequena granular; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- Bwc 28 - (39 - 50) cm, vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4, úmida); muito argilosa cascalhenta; forte muito pequena granular; muito friável, ligeiramente plástica e pegajosa.

RAÍZES: muitas muito finas e finas, comuns médias nos horizontes A e AB; comuns muito finas e poucas finas no horizonte Bwc.

POROS: muitos muito pequenos e pequenos, comuns médios e poucos grandes nos horizontes A e AB; muitos muito pequenos e comuns pequenos no horizonte Bwc.

OBSERVAÇÕES:

- Atividade intensa de cupins nos horizontes superficiais A e AB.
- Os nódulos petroplínticos nesses horizontes superficiais não passam de 1 cm de diâmetro e ocupam menos que 1% do horizonte. São vermelhos, irregulares e subarredondadas.
- Nódulos petroplínticos vermelhos, irregulares, milimétricos a centimétricas (até 2 cm de diâmetro) ocupam aproximadamente 50% do volume do horizonte Bwc.

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL NVC-FFc26

DATA – 08/01/2016

CLASSIFICAÇÃO – PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico húmico, textura média cascalhenta/argilosa cascalhenta.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Mina Miguelão de propriedade da Empresa Vale S.A., Município de Nova Lima, Estado de Minas Gerais. Fuso 23 com meridiano central de longitude 45° Oeste e coordenadas UTM Norte 7.775.827 m e Este 609.080 m. Datum: WGS84.

COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – vegetação de campo rupestre ferruginoso arbustivo de porte baixo.

ALTITUDE – 1.314 m.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto da alteração de cangas lateríticas.

PEDREGOSIDADE – pedregosa.

ROCHOSIDADE – não rochosa.

RELEVO LOCAL – ondulado.

RELEVO REGIONAL – ondulado.

EROSÃO – não aparente.

DRENAGEM – bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – campo rupestre ferruginoso.

USO ATUAL – sem uso.

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ac1	0 - 15 cm, preto-avermelhado (2,5YR 2,5/1, úmida); franca cascalhenta; forte muito pequena e pequena granular; transição plana e clara.
Ac2	15 - 26 cm, cinzento-avermelhado-escuro (10R 3/1, úmida); franco-argiloarenosa muito cascalhenta; forte muito pequena e pequena granular; transição plana e clara.
BAc	26 - 54 cm, vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4, úmida); argiloarenosa cascalhenta; forte muito pequena granular; transição plana e clara.
Bwc	54 - (75 - 81) cm, bruno-avermelhado (2,5YR 4/4, úmida); forte muito pequena granular, transição ondulada e abrupta.
F	(75 - 81) - 90 cm +

RAÍZES: muitas muito finas e finas, comuns médias nos horizontes Ac1, Ac2 e BAc; poucas muito finas, finas e médias na camada Bwc.

POROS: comuns muito pequenos, poucos pequenos e médios nos horizontes Ac1, Ac2 e BAc; poucos muito pequenos na camada Bwc.

OBSERVAÇÕES:

- Horizonte BAc não coletado.
- Impossível determinar a consistência devido à quantidade de cascalho que ultrapassa 70% de todos os horizontes e camada, chegando a ocupar 90% do volume do horizonte Bwc.
- Horizontes Ac1, Ac2 e BAc: nódulos petroplínticos ocupam mais de 70% do volume; são todos irregulares, de 2 cm de diâmetro médio, mas encontram-se desde milimétricos até a fração calhau (aproximadamente 30 cm de diâmetro).
- Horizonte Bwc: cascalhos, calhaus e matações de petroplintita são irregulares, variando de 1 cm até aproximadamente 30 cm (diâmetro médio de 5 cm), ocupando mais que 80% do seu volume, com absoluto predomínio de petroplintita, mas há pequena quantidade de hematita.

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL NVC-FFif27

DATA – 06/01/2016

CLASSIFICAÇÃO – PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplíntico arênico úmbrico, textura arenosa muito cascalhenta.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Mina Miguelão, Município de Nova Lima, Estado de Minas Gerais. Fuso 23 com meridiano central de longitude 45° Oeste e coordenadas UTM Norte 7.775.763 m e Este 609.170 m. Datum: WGS84.

COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – vegetação de campo rupestre ferruginoso herbáceo.

ALTITUDE – 1.293 m.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto da alteração de cangas lateríticas.

PEDREGOSIDADE – ligeiramente pedregosa.

ROCHOSIDADE – ligeiramente rochosa.

RELEVO LOCAL – plano e suave ondulado.

RELEVO REGIONAL – ondulado.

EROSÃO – não aparente.

DRENAGEM – imperfeitamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – campo rupestre ferruginoso.

USO ATUAL – sem uso.

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

A. DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL NVC-FFIf28

DATA – 08/03/2016

CLASSIFICAÇÃO – PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplíntico latossólico, textura média pouco cascalhenta/média muito cascalhenta, A moderado.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Mina Miguelão de propriedade da Empresa Vale S.A., Município de Nova Lima, Estado de Minas Gerais. Fuso 23 com meridiano central de longitude 45° Oeste e coordenadas UTM Norte 7.775.756 m e Este 608.935 m. Datum: WGS84.

SITUAÇÃO E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – terço inferior de encosta. Vegetação de campo rupestre ferruginoso herbáceo brejoso.

ALTITUDE – 1.286 m.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto da alteração de cangas lateríticas.

PEDREGOSIDADE – não pedregosa.

ROCHOSIDADE – não rochosa.

RELEVO LOCAL – suave ondulado.

RELEVO REGIONAL – suave ondulado.

EROSÃO – não aparente.

DRENAGEM – bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – campo rupestre ferruginoso.

USO ATUAL – sem uso.

CLIMA – Cwa, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho, Diego Tassinari e Zélio Resende de Souza.

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ac1	0 - 12 cm, cinzento muito escuro (7,5YR 3/1, úmida) e bruno-escuro (7,5YR 3/3, seco); franco-arenosa pouco cascalhenta; forte muito pequena e pequena granular e grãos simples; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
Ac2	12 - 20 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4, úmida); franco-argiloarenosa pouco cascalhenta; forte muito pequena e pequena granular e grãos simples; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
BAC	20 - (27 - 35) cm, vermelho (3YR 4/6, úmida); franco-argiloarenosa cascalhenta; fraca média e pequena blocos subangulares que se desfazem em forte muito pequena granular e grãos simples; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara do BAc para o Bwc e irregular e abrupta do BAc para o F.
Bwc	35 - 45 cm, vermelho (2,5YR 4/6, úmida); franco-arenosa muito cascalhenta; forte muito pequena granular e grãos simples; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição irregular e abrupta.
F	(27 - 35) - 60 cm +.

RAÍZES: muitas muito finas e comuns finas no horizonte Ac1; muitas muito finas e poucas finas no horizonte Ac2; comuns muito finas no horizonte BAc; poucas muito finas no horizonte Bwc.

POROS: muitos muito pequenos, poucos pequenos e médios no horizonte Ac1; muitos muito pequenos e poucos pequenos no horizonte Ac2; comuns muito pequenos nos horizontes BAc e Bwc.

OBSERVAÇÕES:

- Área sujeita a encharcamento temporário. Trata-se de uma depressão fechada com vegetação de campo rupestre, dominado por gramíneas, melastomatáceas e sempre-viva.
- Cascalhos de quartzo e de nódulos petroplínticos milimétricos ocupam mais de 50% do volume do horizonte Ac1.
- Cascalhos de quartzo também estão presentes no horizonte Ac2. Os nódulos petroplínticos deste horizonte são milimétricos a centimétricos (2 cm de diâmetro em média), irregulares, ocupando mais de 50% do volume do horizonte.
- Nódulos petroplínticos ocupam mais de 60% do volume do horizonte BAc. São de tamanhos milimétricos a centimétricos (diâmetro médio de 5 cm). Os maiores são irregulares, enquanto os milimétricos são subarredondados.
- Atividade intensa de cupins nos horizontes Ac1 e Ac2.
- Presença de grãos de quartzo hialino em todos os horizontes (parte componente da estrutura caracterizada como do tipo grãos simples) sugerem que se trata de material coluvionar.
- O ambiente úmido condiciona a vegetação predominantemente graminóide e a coloração amarela do solo.

