

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS- ICA
CURSO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**VEREDAS DO NOROESTE DE MINAS GERAIS:
caracterização dos solos sob diferentes condições ambientais**

Adrieny Kerollen Alves Lopes

Unaí
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**VEREDAS DO NOROESTE DE MINAS GERAIS:
caracterização dos solos sob diferentes condições ambientais**

Adrieny Kerollen Alves Lopes

Orientador(a): Ingrid Horák-Terra

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Ciências Agrárias,
como parte dos requisitos exigidos para a
conclusão do curso.

Unaí
2018

**VEREDAS DO NOROESTE DE MINAS GERAIS:
caracterização dos solos sob diferentes condições ambientais**

Adrieny Kerollen Alves Lopes

Orientador(a): Ingrid Horák-Terra

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Ciências Agrárias,
como parte dos requisitos exigidos para a
conclusão do curso.

APROVADO em/...../.....

Prof. Dr. Fabrício da Silva Terra - UFVJM

Prof. Dr. Leonardo Barros Dobbss - UFVJM

Prof^a Dr^a. Ingrid Horák-Terra - UFVJM

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora que sempre abençoaram meu caminho me dando saúde e forças para superar cada dificuldade enfrentada em minha vida.

Aos meus pais Dulcimar e Sandra Rosa, que me deram amor e carinho sempre me proporcionando tudo de melhor. Me ensinaram a ter sabedoria e discernimento e estiveram sempre ao meu lado em todas as decisões, me apoiando por toda minha vida acadêmica.

À minha irmã Ana Clara pelo companheirismo no dia a dia, me alegrando e me dando forças diariamente.

Aos meus avós e a toda minha família por todo o apoio e todos os momentos descontraídos que proporcionam.

Ao meu namorado Leandro por todo o apoio estando sempre ao meu lado durante toda minha trajetória acadêmica, sendo companheiro e um grande amigo, tornando-se meu ponto de apoio na Universidade.

À minha orientadora Ingrid Horák, pela oportunidade, apoio, atenção e confiança na elaboração deste trabalho, sendo uma maravilhosa orientadora, compartilhando seu conhecimento se apresentando não apenas como discente, mas também como amiga e companheira, se tornando uma profissional admirável e de excelência.

Agradeço às minhas colegas Rafaela, Emanuely e Tainá por toda a ajuda e disponibilidade contribuindo para a realização deste trabalho.

Aos demais colegas que estiveram presentes na minha trajetória acadêmica, muito obrigada.

Agradeço também ao Djeny, sua família e aos donos da Fazenda Primavera, pela atenção e boa acolhida a cada visita à campo.

Agradeço ao Prof. Ademir Fontana e ao Prof. Luciano Pasqualoto Canellas pelas análises laboratoriais realizadas.

Ao Prof. Alexandre Christófaro Silva pela disponibilização do LIPEMVALE/UFVJM para realização das análises granulométricas dos solos, e a Izadora Rodrigues Gomes, quem realizou as análises.

Agradeço ao Prof. Leonardo Dobbss, pela ajuda e disposição nas análises de fracionamento químico da matéria orgânica.

Agradeço aos técnicos Igor e Lucélia por toda a atenção e ajuda no laboratório, assim como o Sr. Domingos, motorista que nos levou nas vistas de campo.

Agradeço ao PIBIC/UFVJM pela bolsa concedida para a realização do presente trabalho.

*“O próprio Senhor irá à sua frente e estará com você;
ele nunca o deixará, nunca o abandonará.
Não tenha medo! Não se desanime!”
(Deuteronômio 31:8)*

RESUMO

Veredas são ecossistemas ocorrentes no bioma Cerrado caracterizadas pela presença da palmeira Buriti em ambientes mal drenados. Seus solos têm alto teor de matéria orgânica e atuam como reservatórios de água. Em Minas Gerais elas são protegidas por lei, e a maioria sustentam os principais afluentes do rio São Francisco. Com o aumento das atividades agrícolas no centro do Brasil, elas têm sido frequentemente exploradas de forma inadequada. O objetivo deste estudo foi descrever e caracterizar os solos de dois perfis situados em condições distintas (preservado e antropizado) dentro de uma mesma vereda no Noroeste de Minas Gerais, com o intuito de embasar as discussões acerca do uso desses ambientes. O perfil preservado (PP) foi coletado com o uso de um trado holandês, e o perfil antropizado (PA) em meio a um canal de drenagem construído a fim de retirar a água da vereda para uso na irrigação da vegetação agrícola. Os dois perfis foram caracterizados e descritos morfologicamente e foram realizadas as análises químicas, físicas e de fracionamento da matéria orgânica em substâncias húmicas. Os perfis foram classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos. PP se encontra em um ambiente mal drenado com matéria orgânica com características preservadas e altos teores de fibras e carbono orgânico, e foi classificado como Organossolo Háptico Fíbrico Típico. PA apresenta características que evidenciam a matéria orgânica em estágio de decomposição mais avançado e com elevado estágio de subsidência do material em virtude do canal de drenagem, sendo classificado como Organossolo Háptico Sáprico Tétrico.

Palavras-chave: Organossolos, preservado, antropizado, matéria orgânica.

ABSTRACT

Veredas are ecosystems that occur in the Cerrado biome characterized by the presence of Buriti palm in poorly drained environments. Their soils are high in organic matter and act as reservoirs of water. In Minas Gerais they are protected by law, and most support the main tributaries of the São Francisco River. With the increase in agricultural activities in central Brazil, they have often been exploited inappropriately. The objective of this study was to describe and characterize the soils of two profiles located in different conditions (preserved and anthropized) within the same path in the Northwest of Minas Gerais, in order to support discussions about the use of these environments. The preserved profile was collected with the use of a Dutch soil, and the anthropate in the middle of a drainage canal constructed in order to remove the water from the sidewalk for use in the irrigation of the agricultural vegetation. The two profiles were characterized and described morphologically and the chemical, physical and fractionation analyzes of the organic matter in humic substances were carried out. The profiles were classified according to the Brazilian Soil Classification System. PP is in a poorly drained environment with organic matter with preserved characteristics and high levels of fibers and organic carbon, and was classified as Typical Haploglic Haplolol Organosol. PA presents characteristics that show the organic matter in the stage of decomposition more advanced and with a high stage of subsidence of the material due to the drainage channel, being classified as Haplerotic Haplerotic Organosol.

Key words: organosols, preserved, anthropized, organic matter.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Veredas	12
2.1.1 Ambientes de formação	12
2.1.2 Classificação.....	13
2.1.3 Vegetação	13
2.1.4 Solos	14
2.1.5 Uso atual.....	15
2.2 Matéria orgânica dos solos	16
2.2.1 Solos com expressivos teores de matéria orgânica.....	17
2.2.2 Frações da matéria orgânica humificada do solo.....	18
2.2.3 Indicadores de qualidade da matéria orgânica do solo	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Localização, caracterização da área de estudo e amostragem	20
3.2 Descrições morfológicas e classificação dos solos.....	22
3.3 Determinações analíticas	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1 Aspectos morfológicos	25
4.2 Atributos morfológicos e físicos.....	29
4.3 Atributos químicos	32
4.4 Fracionamento químico da matéria orgânica.....	35
5 CONCLUSÃO.....	40
REFERÊNCIAS.....	41
APÊNDICES	47
APÊNDICE A – Granulometria da fração mineral das amostras de solo de PP.	47
APÊNDICE B – Granulometria da fração mineral das amostras de solo de PA.....	48

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado é considerado o segundo maior bioma brasileiro em extensão geográfica, ocupando cerca de 24% do território nacional (IBGE, 2004). Reconhecido como a savana mais rica do mundo, é um dos *hotspots* de biodiversidade (MENDONÇA et al., 1998), fato sustentável por conter em seus limites parte de três das maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Tocantins-Araguaia, São Francisco e Prata) (CUNHA et al., 2008).

Inseridas neste bioma, as veredas são encontradas encaixadas nos canais de drenagens sobre as chapadas e chapadões do Brasil Central. São verdadeiros mananciais, muitas vezes considerados fontes únicas de água a céu aberto nas extensas superfícies aplainadas (BARBOSA, 1967; MELO, 1978, 1992; MELO e ESPÍNDOLA, 2006). Retêm e represam as águas das chuvas, e participam do controle do fluxo do lençol freático, desempenhando papel fundamental no equilíbrio hidrológico dos cursos d'água no ambiente do Cerrado (RAMOS et al., 2006).

Além de servirem como fonte de água para uso doméstico e agrícola, são ambientes responsáveis pela manutenção da fauna do Cerrado, atuando como local de pouso para a avifauna, e também como local de refúgio, abrigo, fonte de alimento e de reprodução tanto para a fauna terrestre quanto para a aquática (RAMOS et al., 2014).

Seus solos, orgânicos ou minerais com teores elevados de matéria orgânica, contribuem para o sequestro de carbono, além de outros gases causadores do efeito estufa (EMBRAPA, 2000), elevando-as como ambientes especiais para estudos relacionados à dinâmica da matéria orgânica. Também, devido a capacidade em acumular e preservar sequências de material orgânico autóctone durante milhares de anos, contém registros detalhados da história da vegetação local e regional, e das deposições de metais pesados, tornando-as ideais e de grande potencial para o estudo das mudanças ambientais e climáticas (BLACKFORD, 1993; CHARMAN, 2002).

É importante ressaltar que as veredas apesar de serem ecossistemas do Cerrado, não predominam em todo o bioma (MELO e ESPÍNDOLA, 2006). A condição de baixa energia hidráulica dos fluxos dos seus canais constitui um dos aspectos mais relevantes para a ocorrência do ecossistema associado à presença do buriti, como observado por Augustin et al. (2009), nas veredas do Norte de Minas Gerais.

Atualmente, as veredas do estado de Minas Gerais são protegidas por lei estadual, Lei N° 9682/1988 de 12/10/1986. No entanto, com a intensificação da utilização das áreas do Cerrado para a sustentação das atividades agropecuárias regionais, tais como produção de cereais, café e pastagens, muitas áreas de veredas têm sido exploradas, tornando-se muito vulneráveis (KLINK et al. 1995; RAMOS et al., 2014).

Amaral (2002), Côrrea (1989), Couto et al. (1985), Embrapa (1976, 1978, 1982, 1986), Epamig (1978) e Ramos et al (2006; 2014), descreveram alguns perfis de solos de veredas. No entanto, conforme Ramos et al (2014), isto ainda é pouco a respeito do conhecimento acerca desse ecossistema. Isso porque as veredas diferenciam-se bastante mesmo dentro de determinada região, principalmente, por situarem-se em diferentes condições na paisagem, em superfícies geomorfológicas diferenciadas e com um material de origem diferenciado resultando em características distintas, como por exemplo, variações quanto à classe de solo predominante, drenagem, textura, teor de matéria orgânica e fertilidade (RAMOS et al., 2014). Sendo assim, não são semelhantes entre si, dificultando ainda mais a sua generalização.

Nesse sentido, um maior número de investigações sobre as veredas, e de maneira mais detalhada, devem ser realizadas com a finalidade de obter-se um maior conhecimento sobre esses ambientes. Faz-se necessário, portanto, caracterizá-las, buscando o entendimento das interações entre os seus recursos, sendo o principal a relação solo-água, e esta interposta pelas interferências antrópicas. Tem sido difícil a aplicabilidade das regras quanto à proteção das veredas no contexto atual, gerando enormes desentendimentos entre os proprietários de terras e os órgãos públicos ligados ao meio ambiente. Somado a isso, a elevada importância ambiental, científica e econômica, ora já contextualizada, reforça ainda mais a necessidade de uma maior atenção a ser dada a esses ecossistemas no sentido de protegê-los.

Sendo assim, o objetivo geral desse estudo foi descrever e caracterizar os solos de dois perfis situados em condições ambientais distintas (preservado e degradado) dentro de uma mesma vereda no Noroeste de Minas Gerais, com o intuito de embasar as discussões acerca do uso desses ambientes.

Para alcançar o objetivo geral, foram realizadas:

- a) Descrição morfológica detalhada dos solos;
- b) Caracterização física e química dos solos;

c) Fracionamento da matéria orgânica humificada dos solos em ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e humina, bem como a quantificação dos teores de carbono orgânico em cada fração.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Veredas

Segundo Ramos et al. (2006), as veredas são caracterizadas pela presença da palmeira buriti (*Mauritia flexuosa* L.; Arecaceae) em meio a espécies herbáceas higrófilas em condições de drenagem pobre, ocorrendo ao longo de vales pouco profundos que alcançam dezenas de quilômetros. Boaventura (1988), num apanhado de seus conhecimentos conceitualiza as veredas como vales rasos, com vertentes suavemente côncavas cobertas por solos arenosos e fundo aplainado preenchido por solos argilosos, frequentemente orgânicos.

As veredas participam do controle do fluxo do lençol freático, desempenhando papel fundamental no equilíbrio hidrológico dos cursos d'água no ambiente do Cerrado, contribuindo principalmente para a manutenção de córregos, ribeirões e rios a elas conectados a jusante destes sistemas (MELO, 1992; RAMOS et al., 2006). A maioria dos afluentes e subafluentes do Rio São Francisco, na região Noroeste de Minas Gerais, exceto nas áreas cársticas, apresentam cabeceiras do tipo vereda (BOAVENTURA, 1978).

Na região do Brasil Central é típica a presença de veredas, nos vales rasos de vertentes suaves, nas bacias dos rios Paranaíba, São Francisco e Grande (CARVALHO, 1991; EMBRAPA, 1975, 1982). No estado de Minas Gerais as veredas se distribuem na região Norte, Noroeste e no Triângulo Mineiro (MAGALHÃES, 1956).

2.1.1 Ambientes de formação

As veredas aparecem em diversas condições litoestatigráficas, pedológicas, de relevo e em diferentes níveis altimétricos (MELO, 1992; LIMA, 1996; RAMOS, 2000). Melo (1922) ressaltou a presença de veredas nos planaltos residuais do Noroeste de Minas Gerais, inseridas no domínio Cerrado, este formado por arenitos cretáceos sobrepostos às rochas do grupo Bambuí.

Boaventura (1978, 1981) associou a formação das veredas à ocorrência de três condições básicas: (i) existência de superfícies de aplainamento; (ii) superposição de camadas geológicas litificadas ou de sedimentos inconsolidados, onde a camada superior é permeável e a inferior impermeável; e (iii) condições de exorreísmo (caráter das regiões

cuja rede hidrográfica está conectada com outra forma de água continental, ou seja, quando o escoamento das águas se faz de modo contínuo até o mar ou oceano).

Melo e Espíndola (2006) afirmam a relação entre a origem das veredas nos planaltos de cotas altimétricas mais rebaixadas com a direção dos fluxos subterrâneos e subsuperficiais do aquífero cretáceo em direção a fraturas pré-existentes no subsolo. A hidromorfia nesses ambientes permite um grande acúmulo de material orgânico que, associado a formação de turfa (solo orgânico), preenche o fundo chato da vereda compensando as perdas ocasionadas pelo rebaixamento dessa região. Lima (1996) concluiu que as veredas são formadas por perdas geoquímicas que se acentuam ao longo de fraturas no substrato, o que faz com que assumam a configuração de fundo chato e vertentes suavemente convexas.

2.1.2 Classificação

Boaventura (1978, 1981) apresentou uma importante classificação dos ambientes de veredas, de acordo com a localização no quadro geomorfológico regional: veredas de encostas, veredas de superfície aplainada, veredas de sopé de escarpa, veredas de patamar e veredas várzea. Segundo ele, elas se formam a partir da interligação de depressões fechadas, pelo transbordamento da água e escoamento superficial durante os períodos chuvosos.

Melo (1992) reconheceu nas veredas três domínios diferenciados pela vegetação, topografia e solos, sendo: (i) *zona de umidade sazonal*, situado na alta vertente; (ii) *zona úmida*, na média-baixa vertente; e (iii) *zona encharcada*, na base da vertente. Nas *zonas de umidade sazonal* e *úmida* há a ocorrência de campo hidrófito associado a higrófilo, e ambos recobrem Gleissolo (EMBRAPA, 2013), geralmente arenosos, cujo horizonte superficial orgânico torna-se progressivamente mais espesso em direção à base da vertente. Na *zona encharcada*, situada no fundo chato do vale, há o predomínio de solos orgânicos, classificados como Organossolos (EMBRAPA, 2013), onde se encontra a palmeira buriti junto a gramíneas higrófilas.

2.1.3 Vegetação

A fitofisionomia do ambiente de vereda é constituída pela presença de espécies herbáceas envolvendo estrato arbóreo-arbustivo, com a presença de vegetações sempre

verdes e na parte central há a predominância da palmeira buriti (RIBEIRO e WALTER, 1998). Essa palmeira pode ocorrer tanto em alinhamentos como em formações mais densas no meio dos cerrados adjacentes (BOAVENTURA, 1978).

Do ponto de vista de Achá-Panoso (1978) as veredas são comunidades higrófilas que se localizam no planalto central do Brasil. Segundo ele, sua formação vegetal apresenta estratos diferenciados, sendo eles: (i) um campo herbáceo que é encontrado em contato direto com o cerrado, (ii) uma região arbustiva encontrada entre o campo herbáceo e o agrupamento arbustivo, onde é marcante a presença da palmeira buriti.

Segundo Ramos et al. (2014) o estrato herbáceo encontrado nas veredas é representado principalmente por espécies da família Poaceae, destacando-se os gêneros *Andropogon*, *Aristida*, *Paspalum* e *Trachypogon*; Cyperaceae (*Bulbostylis* e *Rhynchospora*) e Eriocaulaceae (*Paepalanthus* e *Syngonanthus*). Já o estrato arbustivo e subarbustivo destaca-se Melastomataceae e Rubiaceae (CARVALHO, 1991; ARAÚJO et al., 2002).

Espécies de gramíneas formam uma porção característica nas bordas, o que representa o limite entre a fitofisionomia e outras espécies típicas do Cerrado. Observa-se que o estrato herbáceo possui raízes capazes de desenvolver em terrenos arenosos que sofrem drásticas variações hídricas entre os períodos de chuva e de seca (ELHAI, 1968).

2.1.4 Solos

Ramos et al. (2014) descrevem os solos das veredas como os que se encontram sob condições de drenagem deficiente, ocasionada pela ocorrência da proximidade do lençol freático com a superfície do solo, o que propicia a formação de solos hidromórficos, que segundo Curi (1993) são solos caracterizados por se formarem em presença de água.

A distribuição das classes de solos das veredas está intimamente relacionada com as condições de relevo e proximidade do lençol freático (CORRÊA, 1989). Melo e Espíndola (2006) afirmam a presença de Gleissolos nas vertentes desses ambientes, cujo teor de umidade varia da alta vertente para a média-baixa vertente, enquanto a presença de horizontes com elevados teores de carbono orgânico (A húmico e/ou horizonte hístico), aumenta de espessura da alta vertente em direção à zona mais encharcada.

Em estudo realizado por Ramos et al. (2014) comprovou-se a distribuição dos solos nas transeções das diferentes veredas avaliadas pelos autores e observou-se que na região do fundo das veredas ocorre predominantemente Organossolos (solo orgânico) (EMBRAPA, 2013) e, na região de borda, o solo mais comumente encontrado é o Gleissolo Háptico (solo mineral) (EMBRAPA, 2013). Os mesmos autores também apresentam resultados em que há a presença de Gleissolo Melânico e Gleissolo Háptico no fundo das mesmas veredas avaliadas, essa presença é justificada pela ocorrência de um dreno profundo, que, segundo os autores, propicia maior condição de drenagem favorecendo a formação dos mesmos.

Outro aspecto importante que deve ser considerado refere-se à condição de alta permeabilidade das camadas superficiais dos solos das áreas de ocorrência das veredas, apontadas como fundamentais para o desenvolvimento desses vales rasos de água quase-parada (AUGUSTIN et al., 2009).

2.1.5 Uso atual

Segundo Melo (1992), a fitomassa do Cerrado veio sendo substituída desde os anos setenta principalmente por florestas de eucaliptos, para a produção de carvão, e desde a década de noventa pela agricultura. Araújo et al (2002) e Junk (2002) afirmam que com a intensificação do uso e ocupação do Cerrado para a sustentação das atividades agropecuárias, muitas áreas de veredas estão sendo agricultadas ou utilizadas como pastagens.

A ocupação e o uso intensivo do solo, visando à exploração agropecuária, provocam e aceleram inúmeras alterações em suas características e propriedades morfológicas, físicas, químicas e biológicas, alterações estas que, em algumas situações, podem assumir caráter negativo com relação ao sistema solo-água-plantas (LIMA et al., 1992; LIU et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2010).

O ambiente sempre úmido das veredas encerra um importante significado ecológico (MELO e ESPÍNDOLA, 2006). Por serem sistemas conservadores de água, devem ser preservados (REATTO et al., 1998). Seu caráter de perenidade e a natureza de sua cobertura vegetal, em meio à vastidão das chapadas, revestem-nas de inegável importância para o ambiente, sendo, frequentemente, as únicas fontes de água a céu

aberto, compondo incipientes redes de drenagem em extensas superfícies aplainadas (BARBOSA, 1967; MELO, 1978, 1992).

Atualmente as veredas são protegidas pela Lei Estadual nº 9682, de 12/10/1986, em Minas Gerais, que declara como área de preservação permanente todas as veredas do estado. Porém, com a intensificação da utilização das áreas do Cerrado para a sustentação das atividades agropecuárias regionais, tais como produção de cereais, café e pastagens (KLINK et al., 1995; RAMOS et al., 2014), muitas áreas de veredas têm sido exploradas tornando-se muito vulneráveis.

Segundo Ramos et al. (2014) pelo pouco que se sabe a respeito desse ecossistema é impossível estabelecer uma regra geral de proteção que contemple plenamente a sua preservação para todas as áreas de Cerrado em que ele ocorre. Segundo estes mesmos autores, para que se elabore um modelo mais adequado de proteção das veredas, é necessário um conhecimento mais aprofundado dos recursos naturais pertencentes a eles, como também um maior conhecimento das interferências antrópicas, que variam bastante no cerrado Brasileiro.

2.2 Matéria orgânica dos solos

A matéria orgânica do solo é constituída principalmente por materiais originários de resíduos vegetais em diferentes estados de decomposição (EMBRAPA, 2013). Segundo Nunes e Rezende (2016), o material orgânico do solo constitui um sistema complexo em que se encontram resíduos de plantas e animais em diversos graus de decomposição, incluindo microrganismos vivos que não são possíveis distinguir e separar do material orgânico morto.

Segundo Costa et al. (2013) a matéria orgânica é capaz de modular as condições químicas, físicas e biológicas do solo, e, conseqüentemente, a eficiência nutricional, sendo considerada um importante indicador da qualidade do solo. Dick et al. (2009) afirmam que cerca 90% da estrutura da matéria orgânica é composta por carbono, oxigênio, nitrogênio e hidrogênio, se tornando a principal fonte de carbono para os microrganismos, como também grande contribuinte de CO₂ e NH₃, que são liberados para atmosfera durante a biodegradação do material vegetal.

A evolução do ciclo de decomposição da matéria orgânica pode ser rápido no caso de solos bem drenados, e muito lentos em solos com excesso de água. Dessa forma, os

solos submetidos a um regime hídrico temporário e/ou permanente, apresentam fraca atividade dos microrganismos, e conseqüentemente uma decomposição desacelerada dos resíduos orgânicos (NUNES e REZENDE, 2016).

Segundo Gore (1983), a baixa disponibilidade de oxigênio associada à saturação de água existente nos solos hidromórficos das veredas, é o principal fator que controla o desequilíbrio entre acúmulo/decomposição-mineralização da matéria orgânica, favorecendo o incremento e preservação desse constituinte característico. Devido a isso, a formação de solos orgânicos e/ou minerais com horizontes superficiais apresentando elevados teores de matéria orgânica (A húmico) é favorecida.

2.2.1 Solos com expressivos teores de matéria orgânica

Segundo Embrapa (2006) horizontes hísticos são característicos de solos orgânicos, e são formados por compostos orgânicos, podendo comportar material mineral em proporções variáveis. Esses horizontes apresentam propriedades morfológicas e físicas particulares que variam com o teor de carbono orgânico e com o grau de decomposição do material orgânico (COUTO, 1984; CONCEIÇÃO, 1989; MENDONÇA, 1999).

Assim como horizontes hísticos, também são encontrados horizontes minerais, mas com expressiva contribuição de matéria orgânica (A húmico) nos solos de veredas. Segundo Embrapa (2013) o horizonte A húmico é um horizonte mineral superficial, mas que pode apresentar expressivos teores de carbono orgânico.

Segundo Ramos et al. (2014) dentre as principais classes de solos encontradas em solos de veredas se encontram Organossolos e Gleissolos. Segundo Embrapa (2013) um dos principais critérios para classificação de um Organossolo é apresentar conteúdo de carbono orgânico maior ou igual a 80 g kg^{-1} . Enquanto Gleissolos, que são solos constituídos por material mineral, com horizonte glei iniciando-se dentro dos 50 cm a partir da superfície ou profundidade de 50 cm a 150 cm desde que abaixo de horizonte A, E ou hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos (EMBRAPA, 2013).

2.2.2 Frações da matéria orgânica humificada do solo

Segundo Stevenson (1994) as substâncias húmicas refletem a complexidade do material orgânico podendo ser definidas como polímeros amorfos com coloração amarelo-marrom a preta, formado por reações de sínteses secundárias, bióticas e abióticas. A extração dessas substâncias do solo resulta em três frações principais: ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) e huminas (H) (BENITES et al., 2003).

Benites et al. (2003) afirmam que, geralmente soluções alcalinas, como NaOH ($0,1 \text{ mol L}^{-1}$), extraem os ácidos húmicos e os ácidos fúlvicos do solo deixando a humina ligada à fase mineral. Canellas e Santos (2005) afirmam que o extrato alcalino com HCl concentrado até pH-1 força a precipitação da fração de massa molecular aparentemente mais elevada (ácidos húmicos), enquanto a fração que permanece solúvel (ácidos fúlvicos) apresentam massa molecular mais baixa e com maior conteúdo de grupos funcionais ácidos. Por sua vez as substâncias que não são extraídas do solo apresentam fração humificada fortemente ligada a fração mineral do solo (humina).

Segundo Benites et al. (2003) ácidos fúlvicos são os principais responsáveis por mecanismos de transporte de cátions no solo, enquanto os ácidos húmicos são responsáveis pela maior parte da capacidade de troca de cátions (CTC) de origem orgânica em camadas superficiais. Já a humina consiste em um aglomerado de materiais húmicos e não húmicos e são responsáveis por mecanismos de agregação de partículas, e apresenta maior parte do carbono humificado do solo.

2.2.3 Indicadores de qualidade da matéria orgânica do solo

Teores de carbono na forma fracionada de ácidos fúlvicos (C_{AF}), ácidos húmicos (C_{AH}) e huminas (C_H), e suas relações, podem servir como indicadores da qualidade da matéria orgânica do solo.

A relação entre C_{AH}/C_{AF} indica a condensação da matéria orgânica solúvel, onde valores inferiores a 1 indicam a evolução limitada da matéria orgânica devido a razões edáficas ou de manejo (CANELLAS e SANTOS, 2005). Benites et al. (2003) afirma que esse índice indica a mobilidade de carbono no solo, onde solos arenosos apresentam maiores valores indicando a perda da fração mais solúvel (ácido fúlvico).

Segundo Canellas e Santos (2005) a relação $C_H/(C_{AH}+C_{AF})$ indica a estabilidade estrutural da matéria orgânica, onde quanto mais elevado o índice de estabilidade, mais

estável a fração orgânica será encontrada no solo. Benites et al. (2001; 2003) verificou altos índices em horizontes espódicos (classe dos Espossolos), enquanto em horizontes superficiais apresentaram, em geral, valores menores que 1.

O índice definido pela relação $[(C_{AH}+C_{AF}+C_H) / C_T] \times 100$, avalia o grau de humificação da matéria orgânica do solo, apresentando valores normais para solos minerais entre 65 e 92% (CANELLAS e SANTOS, 2005). Valores inferiores a estes podem indicar resíduos orgânicos recém adicionados ao solo que ainda não tiveram tempo para evoluir. Enquanto valores superiores indicam solos empobrecidos, sem aportes de matéria orgânica (CANELLAS e SANTOS, 2005).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização, caracterização da área de estudo e amostragem

O estudo foi realizado na Fazenda Primavera (pertencente a Sementes Mineirão), situada sobre a chapada do município de Bonfinópolis de Minas, mesorregião Noroeste de Minas Gerais (Figura 1).

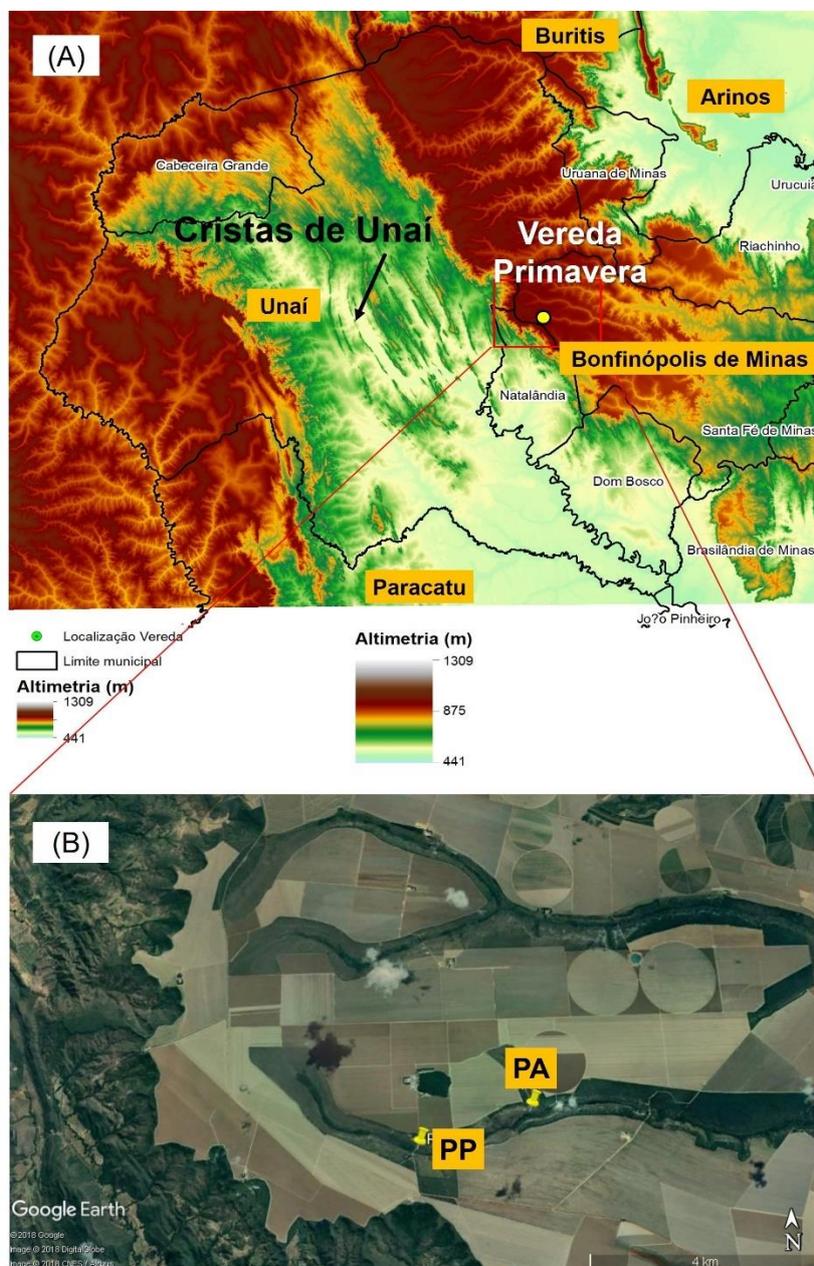


Figura 1. Localização da área de estudo. (A) Mapa hipsométrico da parte meridional do Noroeste de Minas Gerais, cujas veredas situam-se nas depressões das chapadas. (B) Vereda da Fazenda Primavera inserida em uma bacia hidrográfica cujas águas deságuam no ribeirão das Almas. PP: Perfil de solo preservado (à montante da bacia). PA: Perfil de solo antropizado (à jusante da bacia).

O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, caracterizado como clima tropical com estação seca de inverno, com temperatura média anual de 23°C e precipitação média anual de 1.400 mm/ano. O relevo é caracterizado por chapadas predominantemente areníticas (arcóseos), algumas vezes pelíticas, e recortadas por cabeceiras de drenagens pouco profundas que constituem as veredas.

No entorno da vereda em estudo, a palmeira buriti sobressai-se no estrato arbóreo, enquanto graminóides Poaceae, Cyperaceae e Xyridaceae no estrato herbáceo, representando uma vegetação de Campo Úmido. No entanto, mesclam-se a essa paisagem, os extensos campos cultivados principalmente com forrageiras, destacando-se muitas áreas irrigadas com pivô central. Essa vereda é uma das cabeceiras onde nascem as águas que abastecem o ribeirão das Almas, estendendo-se por aproximadamente 15,5 km na direção noroeste-sudeste, sendo esse um dos principais afluentes do rio São Francisco.

Dois perfis de solo foram descritos: PP e PA. O perfil PP encontra-se à montante da bacia onde a vereda está inserida (16°24'18.37" S 46°28'43.34" W, 933 m de altitude), na parte mais preservada (Figura 2A). O perfil PA encontra-se à jusante da bacia (16°23'56.45" S 46°27'32.10" W, 920 m de altitude), solo sob estado degradado/antropizado resultante da abertura de um canal de drenagem (Figura 2B). A distância entre um perfil e outro é cerca de 2,5 km.

O canal foi aberto pelos proprietários da fazenda há cerca de 20 anos, com o intuito de retirar a água da vereda para uso na irrigação da vegetação agrícola cultivada nos arredores da mesma (informações cedidas em conversa informal com funcionários da fazenda).

A amostragem dos solos em PP foi realizada com o uso de um trato holandês, devido a impossibilidade de abertura de uma trincheira, resultante da proximidade do lençol freático junto à superfície. Já a amostragem dos solos de PA foi realizada dentro do corte realizado pela abertura do canal de drenagem.



Figura 2. Locais de amostragem dos perfis de solo na vereda da Fazenda Primavera, Noroeste de Minas Gerais. (A) Ponto do perfil PP (preservado) à montante da vereda. (B) Ponto do perfil PA (antropizado) à jusante da vereda, situado em um canal de drenagem artificial.

3.2 Descrições morfológicas e classificação dos solos

A descrição morfológica das amostras dos solos coletados foi realizada seguindo o Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (EMBRAPA, 2005). A classificação dos perfis de solo foi de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 2013).

3.3 Determinações analíticas

Os Testes para Caracterização de Organossolos, segundo Lyn et al. (1974), e descritos em Embrapa (2013), foram aplicados nas amostras de solos da vereda em estudo. De acordo com estes testes foi possível determinar valores de pH em CaCl₂, a densidade do solo (D_s), a densidade da matéria orgânica (D_{mo}), o resíduo mínimo (RM), o material mineral (MM), conteúdo de água (Ug) e a determinação do teor de fibras esfregadas (FE) e fibras não esfregadas (FNE).

A determinação do estágio de decomposição do material orgânico dos horizontes e/ou camadas dos solos foi realizada utilizando a escala de decomposição de von Post (VP) (STANEK e SILC, 1977; EMBRAPA, 2013). O método consiste na compressão de uma amostra de solo orgânico, observando a cor do líquido extraído, a quantidade de material que sai entre os dedos quando a mão é fechada, a natureza das fibras vegetais e a proporção do resíduo da amostra original que fica retido na mão. A escala é composta por dez classes, indo da não decomposta (classe 1) até a completamente decomposta (classe 10), onde as classes de 1 a 4 são classificadas como material fíbriico, as classes 5 e 6 classificadas como material hêmico, e as classes de 7 a 10 como material sáprico.

Para a quantificação dos teores de carbono orgânico (Corg), as amostras foram moídas em gral de porcelana, e foram utilizados dois diferentes métodos: um deles baseia-se na oxidação da matéria orgânica por soluções de agentes oxidantes como o dicromato (Walkley-Black, 1934), e o outro consiste na combustão em forno Mufla 600°C/6 horas (EMBRAPA, 2013). O primeiro método foi determinado na EMBRAPA Solos, no Rio de Janeiro, e o segundo nos laboratórios do ICA/UFVJM. Um detalhe no que se refere às amostras analisadas pelo método de digestão úmida, Walkley-Black, é que estas foram também tamisadas na peneira de 2 mm.

A quantificação do nitrogênio (N) foi realizada por digestão e destilação (método Kjeldhal), segundo o manual de métodos de análise de solo (EMBRAPA, 2017). Consiste na mineralização do N da matéria orgânica até amônio (NH₃) pela oxidação com ácido sulfúrico, em alta temperatura. Faz-se então a destilação a vapor do N amoníaco e condensação até alcançar a solução de ácido bórico. Assim o N é quantificado pela titulação da solução com o ácido sulfúrico até que se observe alterações na coloração provocadas pelos indicadores de ácido bórico.

Para a realização das análises granulométricas, as amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras de malha de 2,0 mm, obtendo-se assim a terra fina seca ao ar (TFSA). As análises granulométricas foram realizadas no laboratório de Física do Solo da UFVJM do Departamento de Agronomia, Campus Diamantina, obtendo assim os teores de areia, silte e argila das amostras, através do método da pipeta descrito em Embrapa (2017). Para fins de correção, as amostras com teores muito elevados de fibras, as frações areia destas foram incineradas em mufla à 600°C durante 6 horas.

O fracionamento da matéria orgânica humificada dos solos em ácido fúlvico (AF), ácido húmico (AH) e humina (H) foi realizado no Laboratório de Solos do ICA/UFVJM, Campus Unai, seguindo o protocolo de fracionamento e extração da matéria orgânica do solo descrito por Benites et al. (2003). Os conteúdos de carbono foram determinados em cada uma das frações na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), através de titulação por dicromatometria (Walkley-Black, 1934).

Todas as determinações analíticas das amostras foram realizadas em triplicata a fim de se obter melhor precisão nas análises envolvidas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Aspectos morfológicos

Oito amostras de solo foram coletadas em PP a cada 20 cm, cada uma representando uma camada pedogenética, indo de Hd a Ho2, no sentido do topo para a base (Quadro 1). São ditas camadas por terem sido coletadas no trado e seus horizontes impedidos de serem descritos e amostrados, mas, receberam a denominação/nomenclatura como para horizonte por ter atuação de processos pedogenéticos (por exemplo, humificação e decomposição da matéria orgânica do solo, mineralização, etc) que resultaram na evolução desse solo. No geral as camadas são hísticas (H), ou seja, de constituição orgânica com restos de vegetação depositados sob condições de excesso de água, evidenciada pela predominância das cores pretas (Figura 3) reflexo dos valores e cromas muito baixos, respectivamente entre 2-2,5 e 1-2 (Quadro 1). Os matizes apresentaram maior variação, cujas cores alteram da página 2,5YR a 10 YR (maior presença de pigmentos amarelos nas amostras superficiais e da base, e pigmentos vermelhos nas amostras intermediárias). Essa variação pode ser reflexo da exposição ao ar após a coleta das amostras, fato verificado também em solos orgânicos do Nordeste (CIPRIANO-SILVA et al., 2014), onde os autores afirmam uma maior alteração em amostras com menor grau de decomposição da matéria orgânica.

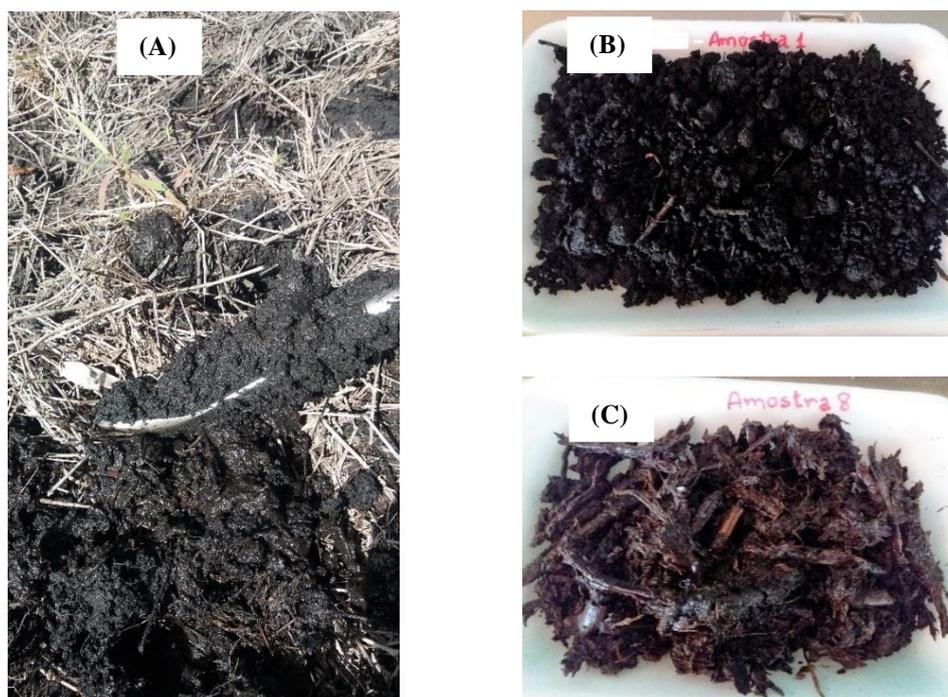


Figura 3. Amostras de solo do perfil PP. (A) Amostragem com o trado holandês. (B) Amostra de Hd (0-20 cm). (C) Amostra de Ho2 (140-160 cm).

Quadro 1. Atributos morfológicos dos solos sob diferentes condições ambientais da vereda Fazenda Primavera (Noroeste de Minas Gerais).

C/H	Am.	Prof.	Cor Munsell	Estrutura	Consistência	Textura	Transição
		cm	Úmida		molhada		
PP							
Hd	1	0-20	10YR 2/1	mod, p, gran/g	lpl, lpg	fran arg silt	-
Hd2	2	20-40	10YR 2/1	for, m, bloc sub	lpl, lpg	fran arg silt	-
Hd3	3	40-60	5YR 2.5/1	for, m, mac c/ bloc	lpl, lpg	fran arg silt	-
Hod	4	60-80	2.5YR 2.5/1	mac c/ fibras	npl, lpg	fran arg silt	-
Hod2	5	80-100	2.5YR 2.5/1	mac c/ fibras	npl, lpg	fran	-
Hod3	6	100-120	5YR 2.5/1	mac c/ fibras	npl, npg	fran	-
Ho	7	120-140	10YR 2/1	mac c/ fibras	npl, npg	nat org	-
Ho2	8	140-160	10YR 2/2	mac c/ fibras	npl, npg	nat org	-
PA							
Odop	1	0-14	7.5YR 2.5/1	fra, p/m, bloc sub; mod, p/m, gran/g	lpl, npg	fran	plan/clr
Odo	2	14-20	5YR 2.5/1	fra, p/m bloc sub; mod, p/m gran/ g	lpl, lpg	fran arg	plan/clr
Odo2	3	20-31	5YR 2.5/1	mod, m/g, bloc sub; fra, p/m, gran	pl, lpg	fran arg	plan/clr
Od	4	31-48	2.5YR 2.5/1	mod, g/mto g, bloc sub; mod, m, gran	pl, pg	fran arg ar	plan/clr
Od2	5	48-64	2.5YR 2.5/1	for, g/mto g, bloc sub; for, g, gran	pl, pg	fran arg ar	plan/clr
Bt	6	64-88	2.5YR 2.5/1	fra, m, g, bloc sub; for, g, gran	mpl, mpg	fran arg	plan/clr
OCg	7	75-81	2.5YR 2.5/1	mac	pl, pg	fran arg ar	ond/abrp
OCg2	8	88-99	5YR 2.5/1	mac	pl, pg	fran arg ar	ond/ abrp
Cgh	9	75-99	10YR 7/1	mac	pl, lpg	fran arg ar	-

C/H: camadas ou horizontes pedogenéticos; Am.: amostra; Prof.: profundidade; mod: moderada; for: forte; fra: fraca; p: pequena; m: média; gd: grande; mto: muito; gran: granular; g: grumosa; bloc: blocos; sub: subangulares; mac: maciça; pl: plástica; pg: pegajosa; lpl: ligeiramente plástica; lpg: ligeiramente pegajosa; mpl: muito plástica; mpg: muito pegajosa; npl: não plástica; npg: não pegajosa; nat org: natureza orgânica; plan: plana; ond: ondulada; clr: clara; abrp: abrupta.

O perfil PA, com profundidade total de 99 cm, apresentou nove horizontes (Quadro 1; Figura 4). Os cinco primeiros horizontes (de Oodp até Od2) são definidos como horizontes hísticos, mas aqui denominados como “O”, pelo fato de atualmente estar recebendo aporte de matéria orgânica sob condição de drenagem livre (EMBRAPA, 2013). Já os horizontes 6 (Bt), 7 (OCg), 8 (OCg2) e 9 (Cgh), são minerais ou possuem

caráter mineral associado à orgânico. Quanto a cor, os matizes seguiram sequência de incremento de pigmentos mais amarelados para mais avermelhados do topo até o horizonte 7 (de 7,5YR a 2,5YR); já nos dois últimos horizontes houve um retorno ao maior incremento de pigmento amarelo (matizes 5YR e 10YR). Valores e cromas também foram baixos conferindo a cor preta, com predomínio do valor 2,5 e croma 1, exceto no horizonte 9 onde o croma foi 7, resultando na cor acinzentada neste. Importante destacar que houve a presença de mosqueados na matriz acinzentada do horizonte 9, reflexo da drenagem “melhorada” ligada a abertura do canal, onde parte dos óxidos de ferro ali presentes passaram para o estado oxidado (Fe^{3+}). Souza et al. (2001b) também observaram essas características em solos que apresentam situações intensas de drenagem.

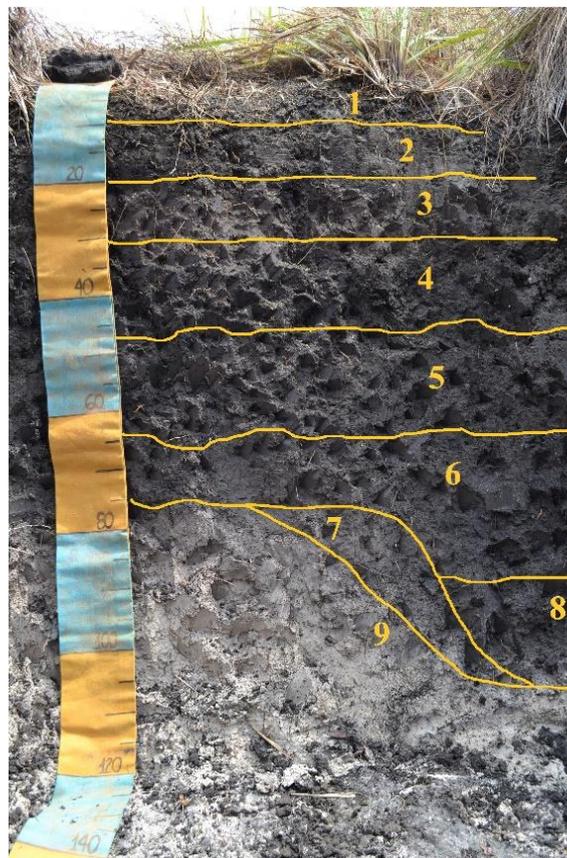


Figura 4. Perfil de solo PA. Ordem dos horizontes do topo até a base: 1 - Oodp, 2 - Odo, 3 - Odo2, 4 - Od, 5 - Od2, 6 - Bt, 7 - OCg, 8 - OCg2, 9 - Cgh.

Estrutura do tipo granular grumosa e com grau de desenvolvimento moderado esteve presente nos horizontes/camadas superficiais dos perfis estudados (Hd em PP, e Oodp e Odo em PA; Quadro 1). Estas são estruturas pequenas e muito porosas, conferindo elevada macro e microporosidade diretamente relacionada a conteúdos elevados de

matéria orgânica (Quadro 3, teores de Corg). Estruturas do tipo blocos subangulares em PP (Hd2 e Hd3) e em PA (desde Odop até Bt) variaram de fraca a forte, e de pequena a grande, nessa sequência e em profundidade. Segundo Valladares et al. (2008), solos que apresentam drenagem em horizontes hísticos desencadeiam processos de contração do material orgânico, que submetidos a sucessivos ciclos de umedecimento e secagem, favorecem a agregação do solo e assim a mudança no tipo de estrutura. Portanto, possivelmente nestas camadas e horizontes desses perfis, ocorreu e/ou ocorre oscilação do lençol freático conduzindo estas transformações. Em PP a partir de Hod, e em PA a partir de OCg, devido respectivamente a condição de umidade prolongada e temporária nos horizontes subsuperficiais, a formação de agregados foi impedida, e apresentaram estrutura maciça, com fibras em PP e sem fibras em PA.

As camadas superficiais em PP apresentaram consistência molhada levemente plástica e levemente pegajosa, variando até não plástica e não pegajosa nas camadas mais profundas (Quadro 1), estas últimas em consonância com os teores crescentes de fibras e tecidos vegetais em profundidade (FE e FNE, Quadro 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Souza et al. (2001a), onde foram observadas consistências ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosas em horizontes superficiais de solos tiomórficos de várzea na região de Alagoas. Já Valladares et al. (2008), encontraram predomínio de consistência ligeiramente pegajosa em solos de diversas regiões brasileiras. Ao contrário do que se observa em PP, PA apresenta predominância de consistência plástica e pegajosa, se intensificando com o aumento da profundidade, chegando a até muito plástica e muito pegajosa no horizonte 6 (Bt). A maior pegajosidade encontrada nesse perfil em partes pode estar relacionada com o aumento do grau de decomposição da matéria orgânica (VALLADARES et al., 2008), onde classes de von Post (VP) atingiram a classe 10 nos últimos horizontes (Quadro 2). No entanto, também pode estar relacionada a granulometria da fração mineral (nesse caso maior quantidade de argila oriunda do material de origem, ou seja, da rocha basal; ou ainda, por incremento de material transportado por fluxo lateral subsuperficial-transporte de finos, ou por processo de argiluviação), que segundo os mesmos autores, também podem exercer forte influência nessa propriedade (Quadro 2; argilosa em PA).

PP apresenta textura que varia de franco-argilossiltosa nas camadas superficiais (Hd a Hod), a franca nas camadas intermediárias (Hod2 e Hod3) (Quadro 1). Sensações

de “sedosidade” e “pastosidade” são verificadas nas primeiras amostras, e são reflexos, respectivamente, do conteúdo expressivo de silte (chegando a até cerca de 45 dag Kg⁻¹ de silte em Hd3; APÊNDICE A) e presença de matéria orgânica bastante decomposta a moderadamente decomposta (classes VP de 9 até 5). As texturas de Ho e Ho2 foram classificadas como de natureza orgânica (nat org; Quadro 1), de acordo com a recomendação que consta no Manual de Descrição e Coleta do Solo no Campo (EMBRAPA, 2005) quando há muitas fibras (restos e fragmentos de plantas) íntegras e pouco decompostas, impossibilitando a identificação das classes de textura. Nos horizontes de PA a textura variou de franca à francoargilosa em profundidade (Quadro 1). Exceção à esta tendência foi verificada no horizonte Bt (horizonte 6), onde verificou-se a presença de gradiente textural (mudança textural abrupta, com mais de 20% de argila no horizonte B em relação aos horizontes subjacentes), e além disso, também a presença de slickensides conferindo também a presença de caráter vértico (possivelmente presença de argilas 2:1, tais como esmectitas e/ou vermiculitas).

4.2 Atributos morfológicos e físicos

Teores de FNE e FE em PP variaram de 52 a 76% e de 36 a 68%, respectivamente, aumentando em profundidade. Classes de decomposição von Post decresceram com a profundidade, onde as classes 9 e 7 indicando uma matéria orgânica sáprica (muito decomposta), estiveram nas três primeiras camadas (Hd a Hd3); material hêmico (grau intermediário de decomposição) com predomínio da classe VP 5 nas camadas de Hod a Hod3; e, por fim, material fíbrico (pouco decomposto), em Ho e Ho2, com as classes VP 4 e 3, respectivamente. A não perturbação física do solo local justifica as quantidades elevadas de fibras preservadas nos estratos formados, principalmente nas porções mais basais, relacionadas à uma matéria orgânica pouco decomposta (e inclusive também com teores de Corg elevados; Quadro 3).

Solos com mais fibras (FNE e FE) são capazes de reter e absorver uma maior quantidade de água, devido à maior porosidade pelos espaços criados entre as estruturas do material fibroso. Além disso, quando associados a elevados conteúdos de Corg conferem maior capacidade de atração das moléculas de H₂O, consequência da elevada quantidade de cargas elétricas negativas. Assim, os resultados deste trabalho estão condizentes com os teores mais elevados de Ug nas camadas com as maiores quantidades

de FNE e FE, e, inclusive também com os elevados valores de Corg (Quadro 3). Sendo assim, valores de Ug em PP também apresentaram mesma tendência crescente em profundidade, acompanhando os aumentos de FNE e FE. Cipriano-Silva et al. (2014) observaram resultados semelhantes, com teores de FE chegando a até 48 %, em estudo de Organossolos de ambientes de várzea no Nordeste do Brasil.

Quadro 2. Atributos físicos e morfológicos dos solos sob diferentes condições ambientais da vereda Fazenda Primavera (Noroeste de Minas Gerais).

C/H	Am.	Prof.	FNE	FE	Ug	Ds	Dmo	MM	RM	VP	Gran.
			-----%-----			----- mg m ⁻³ -----		%	mm ⁻¹		
PP											
Hd	1	0-20	52	36	67	0,31	0,18	42	0,087	9	média
Hd2	2	20-40	64	44	82	0,16	0,12	24	0,025	9	média
Hd3	3	40-60	64	56	82	0,15	0,11	24	0,024	7	média
Hod	4	60-80	64	52	87	0,12	0,10	15	0,012	5	média
Hod2	5	80-100	64	52	90	0,09	0,09	8	0,005	5	média
Hod3	6	100-120	72	56	89	0,09	0,08	7	0,005	5	média
Ho	7	120-140	68	56	89	0,09	0,09	4	0,003	4	média
Ho2	8	140-160	76	68	90	0,09	0,09	nd	nd	3	média
Média±DP			66±7,1	53±9,4	84±7,7	0,14±0,08	0,11±0,03	18±13	0,02±0,03	-	-
PA											
Odop	1	0-14	-	-	34	0,48	0,20	57	0,18	5	média
Odo	2	14-20	-	-	29	0,73	0,18	76	0,37	5	argilosa
Odo2	3	20-31	-	-	22	0,88	0,14	85	0,50	5	argilosa
Od	4	31-48	-	-	28	0,83	0,14	83	0,46	6	média
Od2	5	48-64	-	-	24	1,10	0,14	87	0,64	7	média
Bt	6	64-88	-	-	35	0,97	0,17	82	0,53	9	argilosa
OCg	7	75-81	-	-	21	1,36	0,15	89	0,80	10	argilosa
OCg2	8	88-99	-	-	24	1,30	0,15	88	0,77	10	argilosa
Cgh	9	75-99	-	-	nd	nd	nd	nd	nd	10	argilosa
Média±DP			-	-	27±5,5	0,96±0,29	0,16±0,02	81±10	0,53±0,21	-	-

C/H: camadas ou horizontes pedogenéticos; Am.: amostra; DP: desvio padrão; Prof.: profundidade; Ds: densidade do solo; Dmo: densidade da matéria orgânica; Ug: umidade gravimétrica; MM: material mineral; RM: resíduo mínimo; FE: fibras esfregadas; FNE: fibras não esfregadas; VP: classes de decomposição de von Post; Gran: granulometria; nd: não determinado.

Por outro lado, valores de Ds e MM de PP decresceram até valores próximos de 0,09 Mg m⁻³ e 4%, respectivamente (Quadro 2), indicando uma redução do conteúdo de materiais minerais com a profundidade. Segundo Cipriano-Silva et al. (2014), a redução

dos valores de Ds sugere aumento do teor de matéria orgânica, menor grau de decomposição da matéria orgânica e menor proporção de fração mineral, condizentes com os dados verificados no perfil coletado na parte mais preservada da vereda (Quadros 2 e 3).

Fibras foram observadas em PA, e anotadas, no momento da descrição do perfil a campo. Muitas raízes finas nos dois primeiros horizontes (Odop e Odo), comuns muito finas no terceiro e quarto horizonte (Odo2 e Od), e poucas muito finas nos demais horizontes (Od2, Bt, OCg, OCg2 e Cgh). No geral, o material orgânico passou de hêmico nos quatro primeiros horizontes à sáprico, indicando predomínio de material em estágio avançado de decomposição. Pelo teste de FNE e FE, os conteúdos destes constituintes não puderam ser determinados, ou melhor, optou-se pela sua não determinação, devido a superestimação dos resultados ao considerar parte da fração mineral que ficava retida na peneira como fibras (o método de determinação de fibras descrito em Embrapa (2013) deve ser revisto ao considerar solos orgânicos mineralotróficos, ou seja, aqueles orgânicos com conteúdos elevados de materiais minerais).

Ao contrário de PP, os elevados valores de Ds e MM observados em PA, aumentando em profundidade, atingiram valores máximos de 1,36 Mg m⁻³ e 89% (Quadro 2), respectivamente, em OCg (horizonte 7). Esses, estão relacionados principalmente com o decréscimo dos valores de fibras verificadas a campo conforme mencionado acima e, também a redução dos valores de Corg (Quadro 3). Como consequência, valores de Ug também decresceram em profundidade, apresentando valores máximos de 35% em Bt e 34% em Odop, e mínimo de 21% em OCg; valores um pouco mais elevados em Bt possivelmente se deve ao conteúdo elevado de argila (cerca de 41%; APÊNDICE B). Assim, a maior proporção de material mineral e densidade do solo nos horizontes de PA podem ser devido, além da maior expressão das frações granulométricas ditas minerais, também devido à efeitos da oxidação do material orgânico, e conseqüentemente a sua mineralização/decomposição, em virtude da drenagem livre. Estes aspectos também foram observados por Silva et al. (2009), em estudo realizado sobre solos de turfeiras na Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais).

A atual situação encontrada em PA, com o canal de drenagem ali construído, está evitando que água da chuva ou do próprio lençol freático permaneça por muito tempo armazenada, escorrendo-a à jusante da paisagem. Conseqüentemente, a matéria orgânica

antes formada, acumulada e preservada, agora está sendo degradada pela maior exposição às condições de oxigenação, ou seja, o material está cada vez mais se tornando mineralizado.

Normalmente, quando um solo orgânico ou com elevado teor de matéria orgânica é drenado, a quantidade de poros é reduzida e o material se torna muito endurecido (aspecto semelhante ao de um fragmento de rocha). Isso se trata de aspectos de subsidência de solos orgânicos, que por definição é um fenômeno de rebaixamento da superfície do solo devido a alterações ocorridas nas camadas subterrâneas, ou seja, redução do seu nível devido à remoção de suporte subterrâneo (CABRAL et al., 2006), com consequentes redução de seu volume. Uma vez que o solo já passou por esse processo, dificulta o uso desses para a agricultura, já que as raízes encontram dificuldades para penetrar e se desenvolver. Além disso, esses solos se tornam muito mais susceptíveis às queimadas através dos incêndios naturais ou induzidos, pois a matéria orgânica seca funciona como combustível para esse processo.

Valores de RM para PP variaram entre 0,003 - 0,09 mm⁻¹ (média 0,02±0,03), enquanto em PA variaram entre 0,18 - 0,90 mm⁻¹ (média 0,57±0,23). Neste último, RM aumentou com a profundidade, enquanto para PP os valores decresceram. Para Lyn et al. (1974), o RM pode ser utilizado para avaliar o potencial máximo de subsidência em horizontes ou camadas formadas por material orgânico. Portanto, PA está refletindo esse processo, reduzindo a porosidade do solo, além da perda de espessura, e consequentemente reduzindo a capacidade de armazenamento de água.

No geral, os valores de Dmo apresentaram mesma tendência, tanto em PP quanto em PA, com valores decrescentes (Quadro 2). A média de Dmo foi menor em PP, com 0,11 Mg m⁻³ (DP: 0,03 Mg m⁻³), e maior em PA com 0,16 Mg m⁻³ (DP: 0,02 Mg m⁻³). Provável que os valores mais elevados de PA estejam relacionados a uma matéria orgânica mais decomposta (tendendo à sáprica).

4.3 Atributos químicos

Os teores de carbono orgânico das amostras de solos estudadas, bem como de N e valores pH, encontram-se no Quadro 3.

Os valores de Corg encontrados em PP para ambos os métodos utilizados (mufla e Walkley-Black) aumentaram significativamente em profundidade, variando do topo à

base de 338 g kg⁻¹ a 585 g kg⁻¹(mufla 600°C/6 horas) e de 200 g kg⁻¹ a 310 g kg⁻¹(Walkley-Black). Esses elevados valores associados ao aumento do conteúdo de fibras e Ug (Quadro 2), evidencia a conservação da matéria orgânica existente.

Quadro 3. Teores de carbono orgânico (Mufla 600°C/6 horas e Walkley-Black), nitrogênio e pH dos solos sob diferentes condições ambientais da vereda Fazenda Primavera (Noroeste de Minas Gerais).

C/H	Am.	Prof.	Corg	Corg	C _M - C _{WB}	N	C/N	pH
			Mufla 600°C/6h	Walkley- Black		Kjeldhal		CaCl ₂
----- g kg ⁻¹ -----								
PP								
Hd	1	0-20	338	200	138	16,5	20,5	3,75
Hd2	2	20-40	444	206	238	14,6	30,4	3,76
Hd3	3	40-60	440	216	224	15,6	28,2	3,93
Hod	4	60-80	492	292	200	17,2	28,6	3,83
Hod2	5	80-100	535	227	308	16,0	33,43	4,16
Hod3	6	100-120	537	287	250	14,9	36,0	4,01
Ho	7	120-140	555	330	225	13,6	40,8	3,86
Ho2	8	140-160	585	310	275	12,8	45,7	3,88
Média±DP			491±80	259±52	232,6±50,6	15±1	33±7,9	4±0
PA								
Odop	1	0-14	247	119	128	11,3	21,9	3,88
Odo	2	14-20	142	59	83	4,6	30,9	3,93
Odo2	3	20-31	90	30	60	2,0	45,0	4,07
Od	4	31-48	96	31	65	1,8	53,3	4,07
Od2	5	48-64	76	21	55	1,2	63,3	4,12
Bt	6	64-88	103	37	66	2,1	49,0	4,17
OCg	7	75-81	65	13	52	0,7	92,9	4,14
OCg2	8	88-99	68	21	47	1,1	61,8	4,1
Cgh	9	75-99	nd	3	-	0,2	nd	4,1
Média±DP			111±60	37±35	69,5±26	3±3	52±21,7	4±0

C/H: camadas ou horizontes pedogenéticos; Am.: amostras; Prof.: profundidade; Corg: carbono orgânico; N: nitrogênio; nd: não determinado; C_M: carbono orgânico determinado via mufla; C_{WB}: carbono orgânico determinado via método Walkley & Black.

Ao contrário do que se observa em PP, PA apresenta decréscimo em profundidade desses teores, variando de 247 g kg⁻¹ no primeiro horizonte a 68g kg⁻¹ em OCg2 pelo método da combustão, e de 119 g kg⁻¹ a 3 g kg⁻¹ em Cgh pelo método de digestão úmida. Além dos valores relativamente mais baixos, essa redução apresenta estreita relação com o aumento dos valores de MM e Ds (Quadro 2), e servem de indícios da interferência

resultante da construção do canal de drenagem, provocando alterações no aspecto natural desse solo.

É notável a subestimação dos teores de Corg determinados pelo método Walkley-Black em relação aos determinados pelo método da mufla (600°C/6 horas) (Quadro 3). Segundo Walkley-Black (1934), a determinação do carbono orgânico em solo via úmida pela oxidação com o dicromato de potássio quantifica apenas aquele proveniente de materiais orgânicos facilmente oxidáveis ou decomponíveis. Os valores positivos determinados pela diferença de carbono orgânico determinado via seca - carbono orgânico determinado via úmida ($C_M - C_{WB}$; Quadro 3) em ambos os perfis, e em todas as amostras, são evidências, portanto, de outras fontes de carbono, como por exemplo os oriundos de compostos carbonáticos ou recalcitrantes como o carvão (lembrando que o bioma da referida área de estudo é o Cerrado, caracterizado por frequentes incêndios), e ou mesmo as fibras contendo restos e fragmentos de vegetação ainda não decompostos (principalmente em PP, com os maiores valores de FNE e FE, Quadro 2); possivelmente estas outras fontes foram discriminadas na determinação pelo Walkley-Black, e contabilizados na determinação pela mufla. Uma investigação mais detalhada a respeito é de interesse, e possivelmente será tema de futuros trabalhos.

Os teores de carbono também permitiram confirmar as denotações dos horizontes hísticos (H e O) descritos a campo. Segundo definição em Embrapa (2013), estes são horizontes que possuem carbono orgânico igual ou maior que 80 g kg⁻¹, avaliado na fração terra fina seca ao ar (TFSA). Observando o Quadro 3, e em específico os valores determinados pela mufla, verifica-se que em PP os horizontes estão condizentes, todos com valores acima de 330 g kg⁻¹. Em PA, valores acima, igual ou muito próximos a 80 g kg⁻¹ são verificados até cerca de 88 cm (horizonte Bt). Sendo assim, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013), os solos são classificados no primeiro nível categórico (Ordem) como Organossolos. Perfil PP na condição saturada com água durante a maior parte do ano, e PA artificialmente drenado, e/ou saturados com água no máximo por 30 dias consecutivos por ano, durante o período mais chuvoso, com horizonte O hístico apresentando mais de 40 cm (ou estendendo em seção única) sobrejacente a horizontes B e C.

PP apresenta valores mais elevados de N em relação a PA (Quadro 3). Em PP o teor de N variou de 17,2 a 12,8 g kg⁻¹, com um pequeno decréscimo em profundidade,

que pode ser provocado pela diminuição da mineralização nas últimas camadas desse perfil. Sanchez (1976) cita que aproximadamente 95% do N dos solos se encontram localizados na matéria orgânica e dependem dos processos de mineralização para a absorção pelas plantas, o que corrobora com os teores de N encontrados mais baixos em PA, variando de 11,3 a 0,2 g kg⁻¹. Os baixos teores encontrados nesse perfil indicam uma mineralização mais intensificada da matéria orgânica, deixando com que maiores quantidades de N se encontrem disponíveis para as plantas. A relação com a maior mineralização também pode ser corroborado pelos valores mais elevados da relação C/N em PA, e principalmente na parte mais basal.

Os valores de pH (CaCl₂) oscilam entre 3,75 e 4,16 em PP, e em PA há a predominância de pH acima de 4 nos horizontes mais profundos (Quadro 3). Ambos os perfis apresentam pH ácido, que é característica efetiva de Organossolos (EMBRAPA, 2013). Segundo Embrapa (2013), os Organossolos usualmente são solos fortemente ácidos e apresentam alta capacidade de troca de cátions e baixa saturação por bases. Valores semelhantes de pH ácido também foram observados em estudo de Organossolos em ambientes de várzea no Nordeste do Brasil por Cipriano-Silva et al. (2014). No entanto, os valores relativamente mais elevados em PA do que em PP, possivelmente deve-se ao ambiente mais oxidado.

4.4 Fracionamento químico da matéria orgânica

O carbono orgânico das frações da matéria orgânica humificada (ácido húmico - AH, ácido fúlvico - AF e humina - H), bem como os valores referentes às porcentagens de cada fração, se encontram no Quadro 4.

Como tendências gerais, todas as frações em PP aparentam apresentar teores de Corg decrescentes até uma certa posição intermediária do perfil (próximo à camada orgânica Hod2), e em seguida um retorno aos valores próximos dos verificados nos dois primeiros horizontes. Já em PA, as tendências dos teores de todas as frações foram decrescentes com a profundidade.

Também, teores de Corg foram maiores na fração H (média de 25,4 g kg⁻¹ para PP e 21,0 g kg⁻¹ para PA), seguidas pela fração AH (0,4 g kg⁻¹ para PP e 0,3 g kg⁻¹ para PA), e por último, com teores mais baixos na fração AF (média de 0,3 g kg⁻¹ para PP e 0,2 g kg⁻¹ para PA).

Para Breemem e Buurman (2002), a humina representa uma fração heterogênea da matéria orgânica do solo, formada principalmente por compostos organominerais, carvão e restos vegetais não decompostos. Esta fração, aqui em maior porcentagem (Quadro 4), e com a maior parte do carbono estocado, nos fornece evidências, que quando relacionada a PP pode indicar que a maior parte da matéria orgânica está potencialmente associada aos teores elevados de restos de vegetação ainda não decompostos (elevados teores de FNE e FE, Quadro 2) e, quando relacionados a PA, principalmente relacionada a forte interação da matéria orgânica com a fase mineral (indicando processos avançados de mineralização do solo; elevados valores de RM, MM e Ds – Quadro 2).

Quadro 4. Porcentagens das frações húmicas e teores de carbono orgânico das respectivas frações de solos sob diferentes condições ambientais da vereda Fazenda Primavera (Noroeste de Minas Gerais).

C/H	Amostra	Profundidade	AH	AF	H	Corg		
						AH	AF	H
			-----%-----			----- g kg ⁻¹ -----		
PP								
Hd	1	0-20	0,1	0,07	9	0,34	0,22	32
Hd2	2	20-40	0,12	0,08	7	0,54	0,37	32
Hd3	3	40-60	0,08	0,06	3	0,35	0,24	15
Hod	4	60-80	0,06	0,04	5	0,28	0,18	24
Hod2	5	80-100	0,05	0,03	5	0,28	0,16	24
Hod3	6	100-120	0,07	0,05	3	0,35	0,24	15
Ho	7	120-140	0,1	0,07	6	0,54	0,37	34
Ho2	8	140-160	0,07	0,06	5	0,43	0,38	27
Média±DP			0,1±0,02	0,1±0,02	5,4±2	0,4±0,1	0,3±0,1	25,4±7,4
PA								
Odop	1	0-14	0,19	0,14	12	0,48	0,34	30
Odo	2	14-20	0,43	0,24	22	0,61	0,35	31
Odo2	3	20-31	0,42	0,24	26	0,38	0,22	24
Od	4	31-48	0,37	0,22	24	0,36	0,21	23
Od2	5	48-64	0,51	0,3	32	0,39	0,23	24
Bt	6	64-88	0,3	0,19	18	0,31	0,19	19
OCg	7	75-81	0,23	0,24	14	0,15	0,16	9
OCg2	8	88-99	0,36	0,26	22	0,25	0,18	15
Cgh	9	75-99	-	-	-	0,16	0,17	14
Média±DP			0,4±0,1	0,2±0,05	21,3±6,5	0,3±0,1	0,2±0,1	21,0±7,4

C/H: camadas ou horizontes pedogenéticos; AF: ácido fúlvico; AH: ácido húmico; H: humina; Corg: carbono orgânico.

A fração ácido húmico tem sido relacionada a solos férteis com alto conteúdo de bases trocáveis (Canellas et al., 2003). No perfil PA essa fração (média 0,4) foi relativamente mais elevada em comparação com o perfil PP (média 0,1). Além disso, a concentração de AH, comparado com AF, foi maior em PA. Esse predomínio da fração AH sobre AF em PA pode ser resultado da intensa humificação e rápida mineralização do material orgânico (e assim uma maior disponibilização para as plantas dos elementos que conferem maior fertilidade aos solos). Lima (2001) verificou, em estudo de solos antropogênicos da Amazônia predominância das frações mais estáveis (AH e H), com menor contribuição das frações mais solúveis (AF).

As porcentagens de ácido fúlvico são relativamente baixas (média 0,1 em PP e de 0,2 em PA), quando comparadas com as porcentagens de outras frações (Quadro 4). E assim, o Corg estocado nessa fração nos dois perfis estudados também é muito baixo. No entanto, algumas informações podem ser extraídas. Segundo Benites et al. (2003), ácidos fúlvicos são os principais responsáveis pelos mecanismos de transporte de cátions no solo. Portanto, teores um pouco mais elevados em PA, podem indicar uma maior disponibilização principalmente dos cátions básicos trocáveis, conferindo uma fertilidade um pouco maior em relação a PP (deverá ser confirmado com análises químicas de rotina); se assim for verdade, esta informação condiz com o raciocínio acima aqui colocado para AF.

No geral, os teores mais elevados de SH encontrados em PP, associados ao pH ácido (Quadro 3), indica que o perfil possivelmente pode apresentar uma maior capacidade de troca de cátions (CTC) em suas camadas (também deve ser confirmada com as análises químicas de rotina).

A Figura 5 apresentam as relações dos teores de carbono orgânico das frações húmicas determinadas em PP (A) e PA (B). Segundo Lima (2004), estas apresentam características distintas, e suas distribuições podem indicar a qualidade da matéria orgânica do solo.

A relação C_{AH}/C_{AF} indica a condensação da matéria orgânica e apresenta valores maiores que 1 g kg^{-1} em PP, e em PA apresentam alguns valores abaixo de 1 g kg^{-1} em profundidade. Valores dessa relação inferiores a 1 indicam a evolução limitada da matéria orgânica devido a razões edáficas ou de manejo (CANELLAS e SANTOS, 2005). Assim, os valores baixos em PA são decorrentes de intensa mineralização e condições edáficas

de atividade biológica, que segundo Dabin (1981), Ortega (1982) e Canellas et al. (2000) são características que tornam os valores da relação C_{AH}/C_{AF} menores que 1.

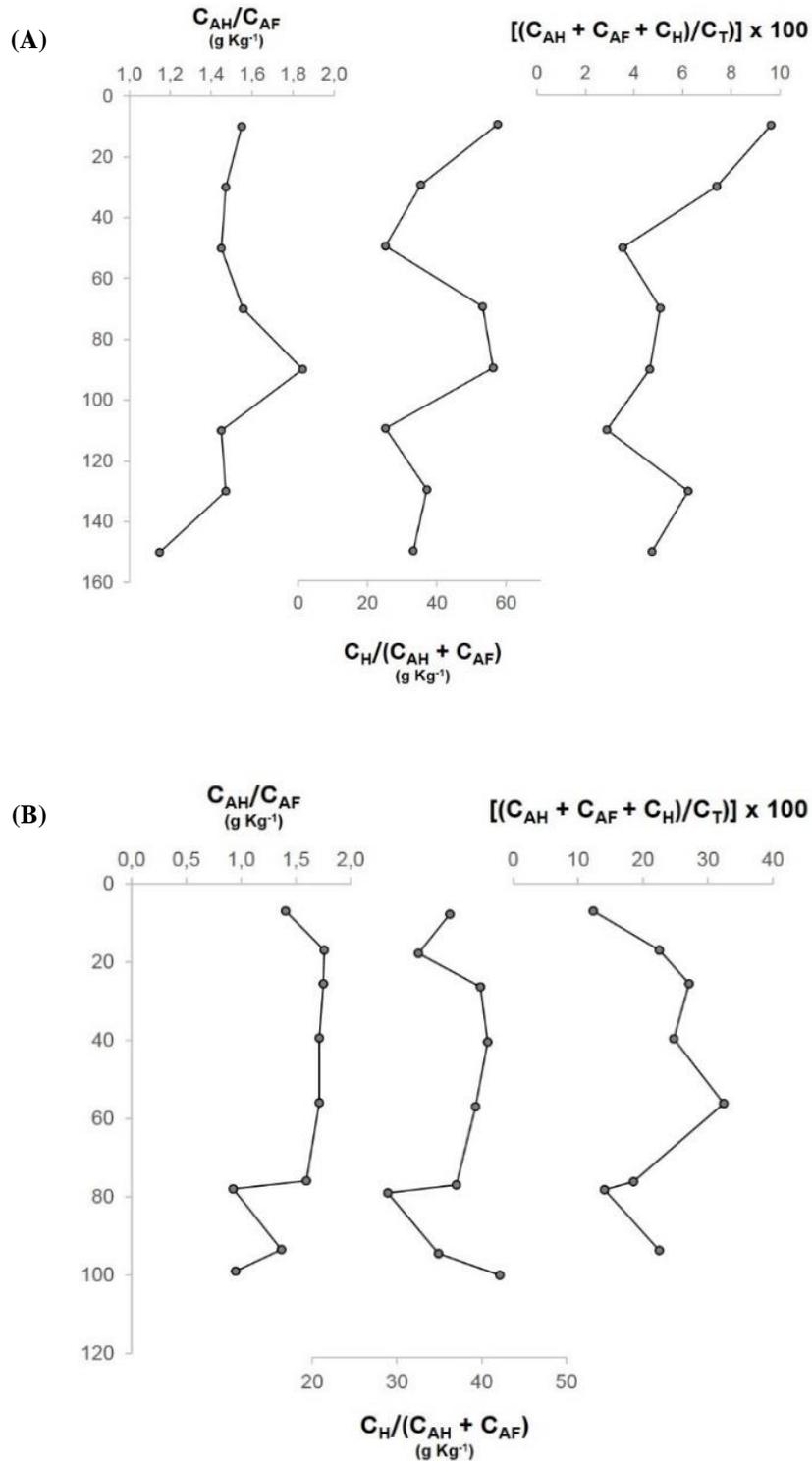


Figura 5. Índices de qualidade da matéria orgânica dos solos sob diferentes condições ambientais da vereda Fazenda Primavera (Nordeste de Minas Gerais). Distribuição dos índices com a profundidade (cm), calculados com base nas relações dos teores de carbono orgânico das frações húmicas determinadas em PP (A) e PA (B).

Os perfis apresentam uma grande variação nas camadas e horizontes entre os valores da fração $C_H/(C_{AH}+C_{AF})$. De maneira geral os valores obtidos em PP são mais elevados que em PA, chegando a até $57,5 \text{ g kg}^{-1}$ enquanto o valor mais elevado em PA foi de $39,9 \text{ g kg}^{-1}$. Segundo Canellas e Santos (2005) essa relação indica a estabilidade estrutural da matéria orgânica, onde quanto mais elevado o índice de estabilidade, mais estável a fração orgânica será encontrada no solo.

A relação $[(C_{AH}+C_{AF}+C_H) / C_T] \times 100$ apresenta valores mais baixos em PP (valor máximo de 9,6% na primeira camada e de 4,7% na última camada), de maneira geral diminuindo em profundidade, enquanto em PA os valores obtidos são mais elevados chegando a até 32 %. Kononova (1982) usou a relação como indicador de qualidade das substâncias húmicas. Canellas e Santos (2005) afirmam que essa relação avalia o grau de humificação da matéria orgânica. Segundo os autores os valores normais para solos mineiras são entre 65 e 92%, onde valores inferiores indicam resíduos orgânicos recém adicionados no solo e valores superiores indicam solos empobrecidos de matéria orgânica. Assim, não se faz possível a comparação dos resultados para solos orgânicos.

5 CONCLUSÃO

Diante dos resultados apresentados, PP situado na parte preservada da vereda em estudo foi classificado como Organossolo Háplico Fíbrico Típico, enquanto PA situado na parte degradada/antropizada foi classificado como Organossolo Háplico Sáprico Térico, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, Embrapa (2013).

O perfil PP apresentou características de acordo com os atributos morfológicos, físicos, químicos e de matéria orgânica de maior preservação quando comparado a PA, que de acordo com essas mesmas características se mostrou um solo degradado e com elevado estágio de subsidência do material em virtude do canal de drenagem realizado no local.

REFERÊNCIAS

- ACHÁ-PANOSO, L. **Levantamento detalhado dos solos da área sob a influência do Reservatório de Três Marias, MG.** Embrapa/Epamig. Boletim Técnico, v. 57, p. 22-29, 1978.
- AMARAL, A. F. **Caracterização fenológica, e aspectos do solo em áreas queimada e desbastada de uma vereda em Uberlândia, MG.** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2002.
- ARAÚJO, GLEIN M. et al. **Composição florística de veredas no Município de Uberlândia, MG.** Revista brasileira de Botânica, v. 25, n. 4, p. 475-493, 2002.
- AUGUSTIN, Cristina Helena Ribeiro Rocha; DE MELO, Dirce Ribeiro; ARANHA, Paulo Roberto Antunes. **Aspectos geomorfológicos de veredas: um ecossistema do bioma do cerrado, Brasil.** Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 10, n. 1, 2009.
- BARBOSA, G. V. Relevo. **Diagnóstico da economia mineira.** O espaço natural, v. 2, 1967.
- BENITES, V. de M. et al. **Caracterização da matéria orgânica e micromorfologia de solos sob campos de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (MG).** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 25, n. 3, 2001.
- BENITES, V. M.; MADARI, B.; MACHADO, PLO de A. **Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: um procedimento simplificado de baixo custo.** Embrapa Solos-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2003.
- BLACKFORD, Jeff. **Peat bogs as sources of proxy climatic data: past approaches and future research.** In: Climate change and human impact on the landscape. Springer, Dordrecht, 1993. p. 47-56.
- BOAVENTURA, R. S. **Contribuição ao estudo sobre a evolução das veredas.** Encontro Nacional de Geógrafos, v. 3, p. 13-17, 1978.
- BOAVENTURA, R. S. **Contribuição aos estudos sobre a evolução das veredas.** In.: Características geomorfológicas. In.: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC). Plano de Desenvolvimento Integrado do Noroeste Mineiro, Vol. 2: Recursos Naturais. Belo Horizonte. CETEC, 1981.
- BOAVENTURA, Ricardo Soares. **Preservação das veredas: síntese.** In: Proceedings of the 2 nd latin-american meeting: human-environment relationship, Belo Horizonte, Brazil. 1988. p. 109-122.
- BREEMEN, N. & BUURMAN, P. **Soil formation.** 2.ed. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2002. 404p.

CABRAL, J. J. S. P.; SANTOS, SM dos; PONTES FILHO, I. D. S. **Bombeamento intensivo de água subterrânea e riscos de subsidência do solo.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 11, n. 3, p. 147-157, 2006.

CANELLAS, L. P. et al. **Avaliação de características de ácidos húmicos de resíduos de origem urbana:** I. Métodos espectroscópicos (UV-Vis, IV, RMN 13C-CP/MAS) e microscopia eletrônica de varredura. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 24, n. 4, 2000.

CANELLAS, LP SANTOS; HUMOSFERA, G. A. **Tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas.** UENF, 2005.

CANELLAS, L.P.; Velloso, A.C.X.; Marciano, C.R.; Ramalho, J.F.G.P.; Rumjanek, V.M.; Resende, C. E.; Santos, G.A. **Propriedades químicas de um Cambissolo cultivado com canade-açúcar, com preservação do palhiço e adição de vinhaça por longo tempo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 27: 935-944. 2003.

CARVALHO, PG da S. **As veredas e sua importância no domínio dos cerrados.** Informe agropecuário, v. 168, p. 47-54, 1991.

CHARMAN, Dan et al. **Peatlands and environmental change.** John Wiley & Sons Ltd, 2002.

CIPRIANO-SILVA, Rafael et al. **Caracterização de Organossolos em ambientes de várzea do Nordeste do Brasil.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 38, n. 1, 2014.

CONCEICAO, M. da. **Natureza do húmus e caracterização de solos com elevado teor de matéria orgânica da região de Itaguaí-Santa Cruz.** RJ. UFRRJ, 1989.

CORRÊA, G. F. **Les microreliefs " Murundus" et leur environnement pedologique dans l'ouest du Minas Gerais, region du plateau central bresilien.** l'Universite de NancyI, 1989.

COSTA, Elaine Martins da; SILVA, Helane França; DE ALMEIDA RIBEIRO, Paula Rose. **Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas.** 2013.

COUTO, E. G. **Caracterização, gênese e uso de solos utilizados pelos agricultores do alto vale do Rio Arrojado, Bahia.** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1984. 119p.
COUTO, E. G.; RESENDE, M. B.; REZENDE, S. B. Terra ardendo. Ciência hoje, v. 16, n. 3, p. 48-57, 1985.

CUNHA, Nina Rosa da Silveira et al. **A intensidade da exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental na região dos Cerrados, Brasil.** Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 46, n. 2, p. 291-323, 2008.

CUNHA, Tony Jarbas Ferreira et al. **Fracionamento químico da matéria orgânica e características de ácidos húmicos de solos com horizonte a antrópico da Amazônia (Terra Preta)**. Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2007.

CURI, Nilton. **Vocabulário de ciência do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993.

DABIN, B. **Lès matières organiques dans les sols tropicaux normalement drainés**. Cah. ORSTOM., 17:197-215, 1981.

DICK, D. P. et al. **Química da matéria orgânica do solo**. Química e mineralogia do solo. Viçosa, MG: SBCS, p. 1-68, 2009.

ELHAI, H. **Biogéographie**. Série U. Paris: Ed. Armand Colin, 404p.1968.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA), CPP. **Mapa esquemático dos solos das regiões Norte, Meio-Norte e Centro-Oeste do Brasil**. Rio de Janeiro, 1975.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos da margem esquerda do Rio São Francisco Estado da Bahia**. Embrapa Solos-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 1976.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Serviço nacional de levantamento e conservação dos solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal**. 1978.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro**. Boletim de Pesquisa 1: Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1982.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Maranhão**. Embrapa Solos-Séries anteriores (INFOTECA-E), 1986.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sequestro e emissão de carbono em ecossistemas agrícolas: estratégias para o aumento dos estoques de matéria orgânica em solos tropicais**. Embrapa Solos. Documentos, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de Métodos de Análise de Solo**. Embrapa Solos-Livro técnico (INFOTECA-E), 2017.

EMPRESA, DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS. GERAIS (EPAMIG). **Levantamento de reconhecimento detalhado dos solos da área sob influência do reservatório de Três Marias, MG**. Belo Horizonte, 1978.

GORE, A. J. P. **Ecosystems of the World**. Mires: swamp, bog, fen and moor. Regional studies. Oxford: Elsevier, 440p., 1983.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa de Biomas do Brasil**. 2004.

JUNK, Wolfgang Johannes; NUNES DA CUNHA, Cátia; DA SILVEIRA, Elton Antonio. **A importância da diversidade de paisagem e da diversidade arbórea para a conservação do Pantanal**. In: Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil. UFRPE, Brasil/Imprensa Universitária, 2002. p. 71-76.

KLINK, C. A.; MACEDO, R. H.; MUELLER, C. C. **De grão em grão o Cerrado perde espaço**. World Wildlife Fund, Brasília, Brazil, 1995.

KONONOVA, M.M. **Materia orgánica del suelo: su naturaleza, propiedades y métodos de investigación**. 1982.

LIMA, H.N. **Gênese, química e micromorfologia de solos da Amazônia Ocidental**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 176pp. 2001.

LIMA, P. M. P. et al. **Princípios de erodibilidade do solo**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 16, n. 176, p. 38-43, 1992.

LIMA, S. do C. **As veredas do Ribeirão Panga no Triângulo Mineiro e a evolução da paisagem**. São Paulo: USP, 1996.

LIMA, AMN. **Estoque de carbono e frações da matéria orgânica do solo sob povoamento de eucalipto no Vale do Rio Doce–MG**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2004. 109p.

LIU, X. et al. **Effects of agricultural management on soil organic matter and carbon transformation-a review**. Plant Soil and Environment, v. 52, n. 12, p. 531, 2006.

LYN, W.C.; McKINZE, W.E.; GROSMAN, R.B. **Field laboratory tests for characterization of histosols**. In AANDAHAL, A.R., ed. Histosols: their characteristics, classification and use. Madison: Soil Science Society of America, p.1 1-20. 1974.

- MAGALHÃES, G. M. **Características de alguns tipos florísticos de Minas Gerais.** Revista Brasileira de Biologia, v. 1, p. 76-92, 1956.
- MELO, D. R.; ESPINDOLA, C. R. **As veredas nos planaltos de Buritizeiro/MG:** Estágio atual dos conhecimentos. Anais VI simpósio de Geomorfologia, Goiânia, 2006.
- MELO, Dirce Ribeiro. **Contribuição ao estudo geomorfológico de veredas:** Região de Pirapora, MG. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais, 1978.
- MELO, Dirce Ribeiro. **As Veredas nos planaltos do Noroeste Mineiro:** caracterizações pedológicas e os aspectos morfológicos e evolutivos. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Geografia) -Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 219 p, 1992.
- MENDONÇA, MM de. **Diagnóstico de propriedades edáficas em áreas agrícolas e de floresta com elevado teor de matéria orgânica no município do Rio de Janeiro.** Seropédica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 195p. 1999.
- MENDONÇA, RC de et al. **Flora vascular do cerrado.** In: Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: Embrapa-Cpac, 1998.
- NUNES, R.R.; REZENDE, M.O.O. **Recurso Solo:** Propriedades e Usos. São Carlos: Editora Cubo, 832 p. 2015.
- OLIVEIRA, C. A.; KLIEMANN, H. J.; CORRECHEL, V.; SANTOS, F. C. V. **Avaliação da retenção de sedimentos pela vegetação ripária pela caracterização morfológica e físico-química do solo.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, p.1281-1287, 2010.
- ORTEGA, F. **La matéria orgânica de los suelos tropicales.** La Habana, Academia de Ciências de Cuba, 152p. 1982.
- RAMOS, M. V. V. **Veredas do Triângulo Mineiro:** solos, água e uso. 127 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Lavras, Lavras- MG, 2000.
- RAMOS, Marcus Vinícius Vieitas et al. **Veredas do triângulo mineiro:** solos, água e uso. Ciência e Agrotecnologia, v. 30, n. 2, p. 283-293, 2006.
- RAMOS, Marcus Vinícius Vieitas; HARIDASAN, Mundayatan; DE ARAÚJO, Glein Monteiro. **Caracterização dos Solos e da Estrutura Fitossociológica da Vegetação de Veredas da Chapada no Triângulo Mineiro.** Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science, v. 3, n. 2, p. 180-210, 2014.
- REATTO, A.; Correia, J. R.; Spera, S. T. **Solos do bioma Cerrado:** Aspectos pedológicos. In: Sano, S. M.; Almeida, S. P. (ed.). Cerrado: Ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, cap.II, p.47-86. 1998.

RIBEIRO, José Felipe; WALTER, Bruno Machado Teles. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**. Embrapa Cerrados-Capítulo em livro científico (ALICE), 1998.

SANCHEZ, P.A. **Properties and management of soil in tropics**. New York: John Wiley. 619p. 1976.

SILVA, Alexandre Christófaro et al. **Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional-MG: I-caracterização e classificação**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 33, n. 5, p. 1385-1398, 2009a.

SILVA, Alexandre Christófaro et al. **Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional-MG: II-Influência da drenagem na composição elementar e substâncias húmicas**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 33, n. 5, p. 1399-1408, 2009b.

SOUZA JÚNIOR, V. S.; RIBEIRO, M. R.; OLIVEIRA, L. B. **Caracterização e classificação de solos tiomórficos da várzea do rio Coruripe, no Estado de Alagoas**. Revista brasileira de ciência do solo, v. 25, n. 4, 2001a.

SOUZA JÚNIOR, V. S.; RIBEIRO, M. R.; OLIVEIRA, L. B. **Propriedades químicas e manejo de solos tiomórficos da várzea do Rio Coruripe, Estado de Alagoas**. Revista Brasileira de Ciência do solo, v. 25, n. 4, 2001b.

STEVENSON, Frank J. **Humus chemistry: genesis, composition, reactions**. New York: John Wiley & Sons. 496p.1994.

VALLADARES, G. S. et al. **Caracterização de solos brasileiros com elevados teores de material orgânico**. Embrapa Monitoramento por Satélite-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2008.

WALKLEY, A.; BLACK, I.A. **An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method**. Soli Science, Baltimore, v. 37, p.29-38, 1934.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Granulometria da fração mineral das amostras de solo de PP.

C/H	Amostra	Granulometria		
Hd	1	Areia (dag/kg)	44,9	TEXTURA MÉDIA
		Silte (dag/kg)	34,1	
		Argila (dag/kg)	21	
Hd2	2	Areia (dag/kg)	49,8	TEXTURA MÉDIA
		Silte (dag/kg)	29,2	
		Argila (dag/kg)	21	
Hd3	3	Areia (dag/kg)	34,1	TEXTURA MÉDIA
		Silte (dag/kg)	44,9	
		Argila (dag/kg)	21	
Hod	4	Areia (dag/kg)	53,8	TEXTURA MÉDIA
		Silte (dag/kg)	21,1	
		Argila (dag/kg)	21,0	
Hod2	5	Areia (dag/kg)	53,1	TEXTURA MÉDIA
		Silte (dag/kg)	21,8	
		Argila (dag/kg)	21,0	
Hod3	6	Areia (dag/kg)	57,7	TEXTURA MÉDIA
		Silte (dag/kg)	21,5	
		Argila (dag/kg)	16,0	
Ho	7	Areia (dag/kg)	57,9	TEXTURA MÉDIA
		Silte (dag/kg)	25,8	
		Argila (dag/kg)	11,0	
Ho2	8	Areia (dag/kg)	53,8	TEXTURA MÉDIA
		Silte (dag/kg)	30,2	
		Argila (dag/kg)	11,0	

APÊNDICE B – Granulometria da fração mineral das amostras de solo de PA.

C/H	Amostra	Granulometria		
Odop	1	Areia (dag/kg)	42,4	TEXTURA MÉDIA
		Silte (dag/kg)	26,6	
		Argila (dag/kg)	31	
Odo	2	Areia (dag/kg)	43,2	ARGILOSO
		Silte (dag/kg)	20,8	
		Argila (dag/kg)	36	
Odo2	3	Areia (dag/kg)	50,2	ARGILOSO
		Silte (dag/kg)	13,8	
		Argila (dag/kg)	36	
Od	4	Areia (dag/kg)	48,6	TEXTURA MÉDIA
		Silte (dag/kg)	20,4	
		Argila (dag/kg)	31	
Od2	5	Areia (dag/kg)	49,9	TEXTURA MÉDIA
		Silte (dag/kg)	19,1	
		Argila (dag/kg)	31	
Bt	6	Areia (dag/kg)	36,5	ARGILOSO
		Silte (dag/kg)	22,5	
		Argila (dag/kg)	41	
OCg	7	Areia (dag/kg)	58,4	ARGILOSO
		Silte (dag/kg)	5,6	
		Argila (dag/kg)	36	
OCg2	8	Areia (dag/kg)	63,8	ARGILOSO
		Silte (dag/kg)	0,2	
		Argila (dag/kg)	36	
Cgh	9	Areia (dag/kg)	59	ARGILOSO
		Silte (dag/kg)	0	
		Argila (dag/kg)	41	

AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e/ou divulgação total ou parcial do presente trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

Adrieny Kerollen Alves Lopes

adrieny_lopes@hotmail.com

Universidade Federal do Vales do Jequitinhonha e Mucuri- UFVJM
Avenida Vereador João Narciso, 1380, Cachoeira Unaí, MG 38610000