

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E
MUCURI - UFVJM**

FÁBIO HENRIQUE ALVES BISPO

**GÊNESE E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS EM TOPOSSEQUÊNCIA DE
VEREDAS DAS CHAPADAS DO ALTO VALE DO JEQUITINHONHA -
MG**

**DIAMANTINA
2010**

FÁBIO HENRIQUE ALVES BISPO

**GÊNESE E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS EM TOPOSEQUÊNCIA DE
VEREDAS DAS CHAPADAS DO ALTO VALE DO JEQUITINHONHA -
MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Christófaro Silva

**DIAMANTINA
2010**

Ficha Catalográfica
Preparada pelo Serviço de Biblioteca/UFVJM
Bibliotecária: Adriana Kelly Rodrigues – CRB-6ª N° 2572

B622c Bispo, Fábio Henrique Alves
Gênese e classificação de solos em topossequência de veredas das chapadas do Alto Vale do Jequitinhonha, MG./ Fábio Henrique Alves Bispo. - Diamantina: UFVJM, 2010.
98 p.

Dissertação (Mestrado – Curso de Pós-Graduação em Ciências Agrárias. Área de concentração: Produção Vegetal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Christófaros Silva
Inclui bibliografia.

1. Latossolos. 2. Gleissolos. 3. Mineralogia. 4. Morfologia. 5. Evolução da paisagem. I. Silva, Alexandre Christófaros. II. Título

CDD – 631.4

**GÊNESE E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS EM TOPOSSEQUÊNCIA DE
VEREDAS DAS CHAPADAS DO ALTO VALE DO JEQUITINHONHA -
MG**

Fábio Henrique Alves Bispo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, nível de Mestrado, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

APROVADA EM 11/02/2010

Prof. Dr. Pablo Vidal Torrado – ESALQ/USP
Membro

Prof. Dr. Enilson de Barros Silva – UFVJM
Membro

Prof. Dr. Alexandre Christófaros Silva – UFVJM
Presidente

**DIAMANTINA
2010**

OFEREÇO

*A Deus por sempre estar comigo,
dando força e saúde para seguir
a cada caminhada*

DEDICO

*Aos meus pais por me apoiarem nos estudos;
Aos meus irmãos por me incentivar;
Ao professor Alexandre pela inesgotável
paciência, serenidade e ensinamento.*

*“Nunca considerem seus estudos como um dever,
mas como a invejável oportunidade de aprenderem
a conhecer a influência libertadora da beleza do espírito,
para a sua própria alegria pessoal e para o
benefício da comunidade a que pertencerá
o trabalho posterior de vocês.”*

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter permitido mais essa vitória e ter me dado força para continuar na luta;

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) pela oportunidade da realização do curso de excelente qualidade;

À ArcelorMittal Jequitinhonha pelo financiamento do projeto de pesquisa e pela realização dos estudos em suas imediações;

Ao professor Dr. Alexandre Christófaros Silva, pela orientação, companheirismo, dedicação, amizade, paciência, serenidade e, sobretudo, pelo ensinamento transmitido;

A Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) - Universidade de São Paulo (USP), pela concessão do mestrado “sanduíche” e pelo excelente ensino a mim proporcionado;

Ao professor Dr. Pablo Vidal Torrado (ESALQ-USP), quero expressar meus sinceros agradecimentos por toda confiança, amizade, presteza, conselhos e apoio;

Aos professores Dr. Antonio Carlos de Azevedo (ESALQ-USP) e Dr. Miguel Cooper (ESALQ-USP), pelas críticas e sugestões;

Ao professor Dr. Valdomiro Severino de Souza Júnior (UFRPE) pelas realizações das análises mineralógicas e pelo suporte na identificação e interpretação destes resultados;

Aos professores Dr. Enilson de Barros Silva e Dr. José Sebastião Cunha Fernandes, pelas valiosas contribuições no desenvolvimento deste trabalho;

Aos professores Dr. Ubirajara Russi Nunes e Dr. Sebastião Lourenço de Assis Júnior, por me iniciarem na carreira científica e pela amizade;

Aos meus queridos pais, Heitor Alves Bispo e Erolde Alves Evangelista, por todo amor, carinho, humildade, caráter, dignidade e exemplo de vida;

Aos meus irmãos, Diêgo e Heitorzinho, pelo incentivo, carinho e pela indispensável presença em minha vida;

Aos meus familiares, amigos e namorada (Keyla), pelo constante incentivo em meus estudos;

Aos orientados do professor Alexandre, grandes companheiros de luta, obrigado por tudo;

Aos orientados do Pablo, em especial, Raphael Beirigo e Alexandre Nascimento, pelo convívio harmonioso e companheirismo durante a estadia em Piracicaba;

Aos funcionários da Secretaria de Pós-Graduação e Pesquisa e do laboratório de Fertilidade do solo - UFVJM;

A todos que de alguma forma tornaram possível a realização de mais essa etapa, meu muito obrigado.

RESUMO

BISPO, F. H. A. **Gênese e classificação de solos em topossequência de veredas das chapadas do Alto Vale do Jequitinhonha, MG.** 2010. 98p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2010.

No Alto Vale do Jequitinhonha encontram-se extensas áreas de relevo aplainado onde predominam as “Chapadas”, que estão separadas por áreas dissecadas pelos afluentes dos rios Jequitinhonha e Araçuaí. Nessas áreas encontra-se um sistema de drenagem superficial com uma vegetação arbóreo-arbustiva e gramíneas, comumente denominadas de “veredas”. O objetivo deste trabalho foi caracterizar morfológica, micromorfológica, química, física e mineralogicamente uma topossequência formada por Latossolo Vermelho Amarelo, Latossolo Amarelo, “Latossolo Acinzentado” e Gleissolo representativos dos solos da microbacia da Vereda Lagoa do Leandro, localizada no município de Minas Novas - MG, enfatizando aspectos de sua gênese e da evolução da paisagem nas chapadas do Alto Vale do Jequitinhonha. A topossequência está embasada em rochas do Grupo Macaúbas e o clima é tropical com estação seca de inverno. O Cerrado era a cobertura vegetal nativa nas áreas de entorno da Vereda Lagoa do Leandro e foi substituído pelo reflorestamento com *Eucaliptus sp.* Os perfis ocupam as seguintes posições na vertente: topo - Latossolo Vermelho (LVA), terço médio de vertente - Latossolo Amarelo (LA), sopé - “Latossolo Acinzentado” (“LAC”) e base da vereda - Gleissolo (GXbd). Esses perfis foram descritos e coletadas amostras deformadas e indeformadas para realização das análises físicas, químicas, mineralógicas e micromorfológicas. A Vereda Lagoa do Leandro é caracterizada como de superfície tabular ocupando uma área de aproximadamente 59 hectares. Os solos das partes mais elevadas da vertente apresentaram atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos típicos da classe dos Latossolos. No entanto, na base da vereda encontra-se o GXbd apresentando cores acinzentadas, forte gradiente textural e estrutura maciça. A diminuição de Fe cristalino e de baixa cristalinidade ao longo da vertente confirmou a perda de Fe e refletiu a cor dos solos. Os teores de Si e Al foram mais baixos no “LAC”. Houve uma diminuição da relação Fe_2O_3/TiO_2 vertente abaixo, indicando impedimentos à drenagem ao longo da topossequência. A mineralogia da fração argila em todos os solos é dominada pela caulinita. Nos LVA e LA foram identificadas goethita, gibbsita e anatásio, em “LAC” anatásio, em GXbd ilita, anatásio e traços de vermiculita. A micromorfologia mostra a predominância da microestrutura tipo granular ou microagregados e porosidade do tipo empilhamento/empacotamento, típicos de Latossolos, em LVA, LA e “LAC”. No GXbd predomina a estrutura maciça, com a presença de cutãs de iluviação e ferri-argilãs. Os solos e a paisagem da Vereda Lagoa do Leandro foram formados e evoluíram juntamente com a instalação e desenvolvimento da rede de drenagem que, por sua vez, está relacionada com mudanças climáticas pleistocênicas. Paleogleissolos foram latolizados pela ação da fauna escavadora e deram origem aos atuais “LAC”. Os GXbd da base da vereda preservaram atributos físicos, mineralógicos e micromorfológicos que tiveram suas gênese em períodos secos. A gênese e os atributos dos solos do sopé e da base das veredas das chapadas do Alto Vale do Jequitinhonha - MG são fortemente influenciados pela presença do lençol freático na superfície ou próximo à superfície o ano todo, no presente e/ou no passado.

Palavras-chave: Latossolos. Gleissolos. Mineralogia. Morfologia. Evolução da paisagem.

ABSTRACT

BISPO, F. H. A. **Genesis and classification of soils in toposequence of palm swanp of the chapadas of the Alto Vale do Jequitinhonha, MG.** 2010. 98p. Dissertation (Masters in Vegetable Production). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2010.

In the Alto Vale do Jequitinhonha there are large areas of flattened relief dominated by “chapadas”, that are separated by areas dissected by tributaries of the river Jequitinhonha and Araçuaí. In these areas there is one surface drainage system with a vegetation of trees and shrubs and grasses, commonly called “Veredas”. The objective of this study was to characterize morphological, micromorphological, chemical, physical and mineralogically a toposequence formed by a Red Yellow Oxisol, Yellow Oxisol, “Gray Oxisol” and Haplix Gleisol representative of soils in the watershed Vereda Lagoa do Leandro, located in Minas Gerais State, emphasizing aspects of its genesis and evolution of the landscape in the chapadas of the Alto Jequitinhonha. The toposequence is grounded by Macaúbas Group rocks, the climate is tropical with winter’s dry season. The Cerrado was the native vegetation in areas surrounding the Vereda Lagoa do Leandro and was replaced by the reforestation with *Eucalyptus sp.* The profiles occupy the following positions in the hillside: top - a Red Yellow Oxisol (LVA), the middle slope – Yellow Oxisol (LA), the footslope – “Gray Oxisol” (“LAC”) and on the basis of the palm swanp – Hasplíc Gleisol (GXbd). These profiles were described and sampled and to carry out the physical analysis, chemical, mineralogical and micromorphological. The Vereda Lagoa do Leandro is characterized as tabular surface covering an area of approximately 59 hectares. The soils of the higher parts of the case showed the morphological, physical, chemical and mineralogical typical of Oxisols. However, at the base of the path is GXbd presenting the colors gray, strong texture gradient and massive structure. The reduction of crystalline Fe and amorphous over the case confirmed the loss of Fe and reflected the color of the soil. The contents of Si and Al were lower in the “LAC”. There was a decrease in the case Fe_2O_3/TiO_2 below hillside, indicating impediments to drainage along the toposequence. The clay mineralogy in all soils is dominated by kaolinite. In LVA and LA were identified goethite, gibbsite and anatase in “LAC” anatase in GXbd illite, anatase and traces of vermiculite. Micromorphology shows the prevalence of type or granular microstructure and porosity of the micro-type stacking / packaging, typical of Oxisols, in LVA, LA and “LAC”. In GXbd dominates the massive structure, with the presence of illuviation cutans and ferriargillans. The soils and the landscape of the Vereda Lagoa do Leandro were formed and evolved along with the installation and development of the drainage network, which in turn is related to Pleistocene climate change. Paleogleissols were latolization the action of the excavator and fauna led to the genesis of the “LAC”. The GXbd the base of the palm swanp preserved the physical, mineralogical and micromorphological that had their genesis in dry periods. The genesis and characteristics of the soils of the topossequence and on the footslope and the basis of the palm swanp of the Chapadas of the Alto Jequitinhonha - MG are strongly influenced by the presence of ground water on the surface or near the surface all year, in present and/ or in past.

Keywords: Oxisols. Gleisols. Mineralogy. Morphology. Landscape evolution.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização da topossequência situada na microbacia da Vereda do Leandro.....	29
Figura 2 - Dados da precipitação média anual de Capelinha - MG.....	30
Figura 3 - Dados da precipitação média mensal coletados em Capelinha - MG.....	31
Figura 4 - Unidades geomorfológicas e a cobertura vegetal da microbacia da Vereda Lagoa do Leandro.....	32
Figura 5 - Mapa geológico do município de Minas Novas - MG.....	34
Figura 6 - Desenho esquemático mostrando o sistema pedológico da Vereda Lagoa do Leandro.....	42
Figura 7 - Perfis de solos da topossequência da Vereda Lagoa do Leandro.....	44
Figura 8 - Difratoformas de raios-X da fração argila desferrificada do horizonte Btg ₂ do Gleissolo Háptico.....	58
Figura 9 - Difratoformas de raios-X da fração argila desferrificada do horizonte Bw ₂ do “Latossolo Acinzentado”.....	58
Figura 10 - Difratoformas de raios-X da fração argila desferrificada do horizonte Bw do Latossolo Amarelo.....	59
Figura 11 - Difratoformas de raios-X da fração argila desferrificada do horizonte Bw ₂ do Latossolo Vermelho Amarelo.....	59
Figura 12 - Fotomicrografias dos horizontes do GXbd.....	62
Figura 13 - Fotomicrografias dos horizontes do “LAC”.....	64
Figura 14 - Fotomicrografias dos horizontes do LA.....	66
Figura 15 - Fotomicrografias dos horizontes do LVA.....	68
Figura 16 - Visão geral das Chapadas da região do Alto Vale do Jequitinhonha, MG.....	73
Figura 17 - Visão da microbacia da Vereda Lagoa do Leandro nas chapadas da região do Alto Vale do Jequitinhonha.....	73
Figura 18 – Modelo proposto para evolução da paisagem das microbacias das chapadas do Planalto Jequitinhonha, drenadas por veredas.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atributos morfológicos dos solos da topossequência da Vereda Lagoa do Leandro.....	43
Tabela 2 - Atributos físicos dos solos da topossequência da Vereda Lagoa do Leandro.....	47
Tabela 3 - Atributos químicos dos solos da topossequência da Vereda Lagoa do Leandro..	49
Tabela 4 - Teores de óxidos totais provenientes do ataque sulfúrico, índices Ki e Kr e relação Fe_2O_3/TiO_2 dos solos da topossequência.....	52
Tabela 5 - Teores de Fe, Al e Mn provenientes dos extratos de OAA e DCB e suas relações nos solos da topossequência da Vereda Lagoa do Leandro.....	54
Tabela 6 - Descrição micromorfológica dos horizontes dos perfis GXbd e do “LAC”.....	70
Tabela 7 - Descrição micromorfológica dos horizontes dos perfis do LA e LVA.....	71

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Veredas.....	14
2.2 Gênese e evolução das veredas.....	16
2.3 Caracterização geomorfológica das veredas.....	19
2.4 Relação solo/vegetação em ambiente de vereda.....	19
2.5 Caracterização geral dos solos de veredas.....	21
2.6 Solos da região dos estudos.....	22
2.6.1 Latossolos.....	22
2.6.2 Gleissolo Háptico (GX).....	25
2.7 Formas e compostos de ferro em solos.....	26
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1 Localização.....	29
3.2 Clima e vegetação.....	30
3.3 Hidrogeologia.....	32
3.4 Geomorfologia e geologia.....	33
3.5 Trabalhos de campo.....	35
3.6 Análise estrutural.....	35
3.7 Trabalhos de laboratório.....	36
3.7.1 Análises físicas.....	36
3.7.2 Análises químicas.....	37
3.7.3 Análises mineralógicas.....	37
3.7.4 Análises micromorfológicas.....	39
3.7.5 Ferro, alumínio e manganês extraídos pelo ditionito-citrato-bicarbonato de sódio e oxalato de amônio.....	40
3.7.6 Ataque sulfúrico.....	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1 Caracterização da vereda.....	41
4.2 Atributos morfológicos dos solos da topossequência da Vereda Lagoa do Leandro.....	42
4.3 Atributos físicos dos solos da topossequência da Vereda Lagoa do Leandro.....	46
4.4 Atributos químicos dos solos da topossequência da Vereda Lagoa do Leandro.....	48
4.5 Atributos mineralógicos dos solos da topossequência da Vereda Lagoa do Leandro.....	56

4.6 Atributos micromorfológicos dos solos da topossequência da Vereda Lagoa do Leandro.....	60
4.7 A evolução do relevo e a gênese dos solos das microbacias das veredas das chapadas do Alto Vale do Jequitinhonha.....	72
CONCLUSÕES.....	78
REFERÊNCIAS.....	79
APÊNDICE.....	95

1 INTRODUÇÃO

As veredas são subsistemas típicos do cerrado brasileiro, destacando-se como um sistema de drenagem superficial e com presença de uma vegetação arbóreo-arbustiva juntamente com a palmeira buriti (*Mauritia vinifera*) - espécie comum em Minas Gerais. São áreas na paisagem com formas ligeiramente deprimidas, servindo como regulador do ciclo hidrológico das formas de relevo denominadas chapadas, recorrentes no Brasil Central.

A ocorrência de veredas em Minas Gerais está relatada nas bacias dos rios São Francisco, Paranaíba e Grande concentrando nas regiões do Alto Paranaíba, Triângulo Mineiro, Alto São Francisco e Paracatu (LIMA e QUEIROZ NETO, 1996; CARVALHO, 1991); encontradas também em alguns trechos de chapadas e depressões na bacia do Rio Jequitinhonha (Serra do Espinhaço) e Pardo (DRUMMOND et al., 2005). Segundo Magalhães (1956), a distribuição das veredas no estado de Minas Gerais ocorre nas regiões Norte, Nordeste e Triângulo Mineiro. Esse subsistema pode ocorrer em várias condições hipsométricas, litoestratigráficas, pedológicas e pluviométricas (MELO, 1992).

Nas veredas é comum a formação de solos hidromórficos, devido ao lençol freático estar bem próximo à superfície (BOAVENTURA, 1978; CORRÊA, 1989). Constituem-se fatores condicionantes básicos para a formação de uma vereda típica: uma superfície de aplainamento, uma camada permeável superposta à camada impermeável, níveis de base local e condições de escoamento (exorreísmo) (BOAVENTURA, 1981), além do clima tropical.

Esse ambiente possui baixa capacidade regeneradora (CARVALHO, 1991) e é bastante sensível a alterações antrópicas (MELO, 1992). Entretanto, possui grande importância dentro do cerrado, em virtude de serem áreas de reprodução de diversas espécies da fauna terrestre e aquática nesse bioma (CARVALHO, 1991) e interligar os fragmentos de cerrado, servindo como corredores ecológicos, permitindo o fluxo genético de espécies (CASTRO, 1980).

Nos Alto e Médio Vales do Rio Jequitinhonha, situados no nordeste do Estado de Minas Gerais, predominam as chapadas, que correspondem a extensas áreas de relevo aplainado com altitude em torno dos 900 metros e estão separadas por áreas dissecadas pelos afluentes dos rios Jequitinhonha e Araçuaí. Muitas dessas chapadas possuem área maior que 10.000 ha (FERREIRA, 2008) e são drenadas por pequenos cursos d'água, que possuem veredas em suas cabeceiras.

Essas veredas estão cercadas por extensos povoamentos de eucalipto, cultivados a partir da década de 70 do século XX, que substituíram o cerrado e podem estar influenciando a dinâmica da água nas chapadas e, por consequência, nas veredas. De acordo com Campos (1998), o sistema de drenagem do Alto Vale do Jequitinhonha tem uma enorme importância na evolução dos solos e formação da paisagem, devido às feições estruturais, tectônicas e litológicas influenciarem nas transformações desse ambiente.

Este trabalho tem como principal objetivo proceder à caracterização morfológica, física, química, mineralógica e micromorfológica dos solos de uma topossequência representativa de uma vereda situada numa chapada da região de Minas Novas - Alto Vale do Jequitinhonha - MG; enfatizando aspectos de sua gênese, classificação e da evolução da paisagem.

É provável que a gênese e os atributos dos solos da microbacia da Vereda Lagoa do Leandro são fortemente influenciados pela presença do lençol freático na base da vereda, na superfície ou próximo à superfície o ano todo, no presente e/ou no passado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Veredas

O cerrado é a formação vegetal brasileira considerada como a maior savana neotropical do mundo e o segundo bioma brasileiro em extensão, depois da floresta amazônica. É dividido em três formações fisionômicas: florestais (mata ciliar, mata de galeria, mata seca e cerradão), savânicas (cerrado sentido restrito, parque de cerrado, palmeiral e vereda) e campestres (campo sujo, campo rupestre e campo limpo), segundo Ribeiro e Walter (1998). A palavra “cerrado” deriva do espanhol e significa “fechado”, normalmente usada na descrição do ambiente formado por denso extrato de gramíneas.

Esse bioma possui uma das mais ricas biodiversidades do planeta (BRASÍLIA, 2002), sofrendo, porém, com a exploração de carvão vegetal e lenha e com a utilização de fogo (DURIGAN et al., 1994).

O bioma Cerrado é um dos mais antigos, teve sua origem aproximadamente no Cretáceo Superior, consolidando a formação atual no Terciário Médio, por volta de 60 milhões de anos atrás (CHAVES, 2003).

Conforme Embrapa (1975, 1982), no domínio morfoclimático do cerrado do Brasil Central é comum a presença das veredas, servindo como proteção de nascentes e fonte de água, alimento e abrigo da fauna (CASTRO, 1980). Como são áreas alagadas, possuem solos de baixa fertilidade, devido à lixiviação de nutrientes provocada pela excessiva percolação da água (SANTOS et al., 2002).

A palavra “vereda” significa “*caminho estreito por onde correm as águas*”, portanto, representa as áreas úmidas no ambiente dos cerrados onde se encontra a palmeira buriti (*Mauritia flexuosa*). Nas bordas das veredas, o ambiente é composto por vegetação herbácea e é menos úmido que na parte central, possibilitando a passagem dos viajantes com suas tropas; assim, esses caminhos foram nomeados pelas pessoas que os percorriam como veredas, numa representação ao ecossistema (DRUMMOND et al., 2005).

As veredas estão normalmente associadas às zonas de concentração de umidade no solo no cerrado, portanto, são consideradas como cabeceiras de drenagem pouco profundas que ajudam na manutenção de córregos, rios e nascentes (LIMA e SILVEIRA, 1991). O escoamento

apresenta variações sazonais de vazão com o regime de precipitação, pois são áreas de exsudação do lençol freático (BOAVENTURA, 1978; AMARAL, 1999).

A vegetação dominante nas paisagens de veredas é principalmente das famílias Poaceae (*Aristida*, *Trachypogon*, *Paspalum*), Cyperaceae (*Bulbostylis* e *Rhinchospora*) e Eriocaulaceae (*Paepalanthus* e *Syngonanthus*) compondo o estrato herbáceo; e o estrato arbustivo e subarbustivo constituído por Melastomataceae (*Lavoisiera*, *Trembleya* e *Leandra*) e Rubiaceae (RIBEIRO e WALTER, 1998; MAGALHÃES, 1964; MAGALHÃES, 1966; ACHÁ-PANOSO, 1978; CARVALHO, 1991). Em mata de galeria encontra-se *Symplocos nitens*, *Rhicheria grandis* e *Virola sebifera*, conforme Ribeiro e Walter (1998).

A saturação hídrica temporária que ocorre nos solos de veredas retarda a taxa de decomposição da matéria orgânica promovendo a acumulação de húmus (RAMOS, 2000) e consequentemente a formação de organossolos (turfeiras).

Martius (1938) citado por Ferreira (2003) descreveu as veredas com base em suas viagens pelo Brasil a serviço da coroa Austríaco-Alemã, entre os anos de 1817 e 1820, sendo uma das primeiras descrições desse ambiente, na obra (*Reise in Brasilien*) *Viagem pelo Brasil*:

[...] as regiões situadas mais alto, mais secas, eram revestidas de matagal cerrado, em parte sem folhas, e as vargens ostentavam um tapete de finas gramíneas, todas em flôr, por entre as quais surgiam grupos espalhados de palmeiras e moitas viçosas. Os sertanejos chamam *varredas* a esses campos cobertos. Encontramos aqui uma palmeira flabeliforme, espinhosa, a carimá, (*Mauritia armata*, M.), o maior encanto do solo; e, além daquela aqui mais rara, o nobre buriti (*Mauritia vinifera*, M.). O buriti bravo não oferece, como aquela outra, frutas comestíveis de polpa doce, cujo suco fermenta como vinho, mas é muito apropriado para construção do vigamento do telhado, nas cabanas dos habitantes. Além dessas, vêem-se, aqui e acolá, grupos de palmeiras indaiá (*Attalea compta*). Elas formam as primeiras matas de palmeiras, a cuja sombra nos atrevíamos a passar a pé, em sêco, e seguros de não toparmos com jibóias, nem jacarés. Essas grandes palmeiras, de cocos muito oleosas, são os pousos preferidos das grandes araras azuis, arauínas (*Ara hyacinthinus*, Lath.), que voavam em grande número acima de nossas cabeças.

Em sua famosa obra “Grande Sertão: Veredas”, o escritor Guimarães Rosa (1986) descreve minuciosamente o ambiente de Veredas:

[...] Saem dos mesmos brejos – buritizais enormes. Por lá, sucuri geme. Cada sucuriú do grosso: voa corpo no veado e se enrosca nele, abofa – trinta palmos! Tudo em volta, é um barro colador, que segura até casco de mula, arranca ferradura por ferradura. Com medo de mãe-cobra, se vê muito bicho retardar ponderado, paz de hora de poder água beber, esses escondidos atrás de touceiras de buritirama. Mas o sassafrás dá mato, guardando o poço; o que cheira um bom perfume. Jacaré grita, uma, duas, três vezes, rouco roncado. Jacaré choca – olhalhao, crespido do lamal, feio mirado na gente. Eh, ele sabe engordar. Nas lagoas aonde nem um de asas não pousa, por causa de fome de jacaré e de piranha serrafina. Ou outra – lagoa que nem abre o olho de tanto junco. Daí longe em longe, os brejos vão virando rios. Buritizal vem com eles, buriti se segue,

segue. Para trocar de bacia o senhor sobe por ladeiras de beira-de-mesa, entra de bruto na chapada, chapadão que não se desenvolve mais[...].

Nessa obra, Guimarães Rosa relata de forma detalhada as características de uma vereda. Pela leitura vivenciamos do mesmo modo que o autor a experiência de habitar esse ambiente.

Para Bueno (1974) citado por Oliveira e Ferreira (2007), a palavra “veredas” é um substantivo feminino que deriva do latim masculino *veredus*, que na sua etimologia significa direção, rumo, não tendo nenhuma referência a algum ambiente.

Vereda – s. f. Caminho, estrada, atalho, azinhaga, picada, senda. É um feminino sacado do masculino *veredus*, latim tardio, cavalo de posta, isto é, que servia aos mensageiros para levar as mensagens, os avisos, o correio como hoje se diria. O nome da estrada, do caminho, do atalho foi tomado do nome do cavalo que os percorria. De *vereda* fez-se no português primitivo *verêa* pela sincrope da dental sonora *d*. Foi desta forma que se derivaram *verear*, cuidar das estradas, dos caminhos e depois das ruas e praças de uma cidade. De *verear* formara-se *vereança*, *vereamto*, *vereação*, *vereador*. O nome *veredus* é de origem celta *voredos*, cavalo.(BUENO, 1974).

Boaventura (1978) caracteriza as veredas da seguinte maneira:

Genericamente as veredas se configuram como vales rasos, com vertentes côncavas suaves cobertas por solos arenosos e fundo planos preenchidos por solos argilosos, freqüentemente turfosos, ou seja, com elevada concentração de restos vegetais em decomposição. Em toda a extensão das veredas o lençol freático aflora ou está muito próximo da superfície. As veredas são, portanto, áreas de exudação do lençol freático e, por isto mesmo, em todas as suas variações tipológicas, são nascentes muito suscetíveis de se degradarem rapidamente sob intervenção humana predatória.

2.2 Gênese e evolução das veredas

Conforme Freyberg (1932, citado por BARBOSA, 1967), a gênese das veredas está condicionada ao contato de duas camadas de permeabilidades diferentes em áreas sedimentares do Cretáceo e Triássico de acordo com Azevedo (1966, citado por RIBEIRO e WALTER, 1998). A camada permeável sobrepõe-se à camada impermeável e conseqüentemente ocorre o afloramento da água sobre a primeira camada formando-se a nascente do tipo vereda (BOAVENTURA, 1978).

As veredas também podem ser formadas quando a dissecação do relevo atinge as linhas de pedras ou camadas concrecionárias ferruginosas, camadas impermeáveis que funcionam como armazenadoras de água nos horizontes acima (BARBOSA, 1968; FERREIRA, 2003). A

flutuação do lençol freático proporciona condições ideais para a formação das veredas (SILVA, 2007).

Em estudos realizados nas veredas da Bacia do Ribeirão Panga, no Triângulo Mineiro, por Lima e Queiroz Neto (1996) citado por Ramos (2000), mostram que essas são originadas por perdas de ferro e de argila (perdas geoquímicas) através das falhas tectônicas. A dissecação da paisagem é promovida pela migração geoquímica através dessas falhas que são bem drenadas e muito porosas, facilitando o retalhamento dos vales.

As veredas típicas surgiram por volta do final do Pleistoceno, levando em consideração que o pólen do buriti serve como indicador da distribuição nas regiões de cerrados. Com a utilização das técnicas de datação radiocarbônica (^{14}C) e análise polínica, os estudos de Salgado-Labouriou et al. (1998) nas veredas de Águas Emendadas (DF) e outras em Goiás concluíram que esse sistema está presente na região de cerrado do Brasil Central há cerca de 32.400 anos. Entre 32.390 e 19.000 anos atrás, o crescimento da palmeira buriti foi interrompido pelas baixas temperaturas durante a última glaciação. Durante o período entre 19.000 e 7.000 anos atrás, não se observou a ocorrência de buriti, provavelmente por predominar o clima semiárido e frio, encontrando apenas uma vegetação herbácea compondo as áreas arenosas. Entre 6.680 e 5.000 anos atrás, como o clima foi tornando mais úmido pode se verificar o surgimento do buriti e, há cerca de 4.600 anos, o ecossistema das veredas moldou-se como é visto hoje no cerrado (DRUMMOND et al., 2005).

A formação da vereda é influenciada pela geomorfologia fluvial, devido ao fato de esse ambiente possuir uma drenagem superficial incipiente favorecida pelos processos de infiltração conforme Ab'saber (2001).

Baseando-se no posicionamento das veredas na paisagem, Boaventura (1978) propôs quatro tipos de classificação para as veredas:

Originadas do extravasamento de lençóis aquíferos superficiais

Veredas de planalto

Superfície tabular - são aquelas que se desenvolvem em áreas de planaltos, e geralmente são as veredas mais antigas;

Encosta - em geral são restos das antigas veredas de superfície tabular e ocorre em áreas de desnível topográfico (nas bordas das chapadas), em declives pouco acentuados, em formas semelhantes à “meia-lua”. Essas

foram destruídas pela erosão remontante (recoo erosivo da borda da chapada).

Veredas de depressão

Desenvolvem-se em áreas aplainadas com extravasamento do lençol freático, podendo ser de superfície aplainada ou de terraço fluvial

Originadas do extravasamento de lençóis profundos

Veredas de sopé de escarpa - desenvolvem-se no sopé de escarpa.

Ferreira (2006) em estudos na região de Chapadões do Cerrado Goiano acrescenta mais quatro tipos de modelos de classificação das veredas, baseando-se no posicionamento geomorfológico:

Veredas de enclave - desenvolvem-se na forma de enclave entre suas elevações no terreno em áreas movimentadas.

Veredas de patamar - são as veredas que se desenvolvem em patamar, originadas do extravasamento de mais de um lençol d'água.

Veredas de Cordão Linear - desenvolvem-se às margens do curso d'água de médio porte, formando cordões lineares como vegetação ciliar em área sedimentares.

Veredas de Vales Assimétricos - desenvolvem-se em vales assimétricos, resultantes do afloramento do lençol d'água em áreas de contato litológico, responsável pela assimetria das vertentes.

As veredas de planalto e de sopé de escarpa normalmente ocorrem em áreas de arenitos cretáceos. As veredas de depressão ocorrem sobre terraços aluviais recobertos por depósitos coluviais ou sobre sedimentos de cobertura coluvial do Quaternário (BOAVENTURA, 1978).

À medida que ocorre a dissecação da paisagem, o encaixamento fluvial atinge níveis de base mais profundos provocando o extravasamento de lençóis freáticos profundos ou mais de um lençol freático, originando as veredas de sopé de escarpa e vereda de patamar, respectivamente (FERREIRA, 2008b).

2.3 Caracterização geomorfológica das veredas

Conforme Melo (1978), as veredas possuem quatro unidades geomorfológicas (zona do envoltório, zona seca, zona encharcada e zona do canal), distinguidas pelos aspectos botânicos, pedológicos, hidrológicos e topográficos. É um sistema baseado na geomorfologia fluvial (AB´SABER, 2001).

Zona de envoltório: corresponde às bordas de superfície tabular que contornam a vereda. Caracteriza-se por uma vegetação de cerrado sobre solo areno-quartzoso com predomínio de areia muito fina.

Zona seca: situa-se nas vertentes das veredas e possui uma vegetação predominante de gramíneas. Encontram-se solos hidromórficos (gleizados) com presença de mosqueados ou concreções refletindo a oscilação do lençol freático.

Zona encharcada: Constitui o fundo plano da vereda composto por 20 cm de turfa sobre uma camada de 40 a 80 cm de solo areno-argiloso escuro. A vegetação de gramíneas e a palmeira buriti são bastante comuns.

Zona do canal: Compreende ao canal de drenagem por onde há o escoamento de água sobre um solo turfoso. Próximo à jusante, o talvegue apresenta pouca profundidade que aumenta à medida que se afasta da nascente.

Segundo Viana (1987) citado por Melo (1992), as faixas turfosas podem atingir cerca de 1 km de comprimento e a espessura é variável.

Os topos dos planaltos areníticos funcionam como área de recarga dos aquíferos, havendo o escoamento da água para as veredas que são a zona de descarga e mantêm a perenidade dos ribeirões, córregos e rios próximos (MELO, 2008). Segundo Lima e Silveira (1991), as veredas regulam o fluxo de sedimentos, nutrientes e de água das partes altas das chapadas, filtrando-os em direção ao fundo dos vales.

Quando as vertentes tornam-se mais encaixadas e há o rebaixamento do lençol freático, as veredas vão sendo ocupadas por matas de galerias (MELO, 1992).

2.4 Relação solo/vegetação em ambiente de vereda

Pouco se conhece sobre a relação solo/vegetação nesse ambiente. Muitos dos estudos relacionados a solo/vegetação e solo/água não abrangem os subsistemas típicos de veredas,

portanto, a maioria tem enfatizado: a caracterização de veredas (RIBEIRO e WALTER, 1998; EMBRAPA, 1982; MAGALHÃES, 1956; AMARAL, 1999), os aspectos morfológicos e evolutivos (MELO, 1992), a caracterização de solos (COUTO et al., 1985; CÔRREA, 1989; AMARAL, 1999), caracterizações físico-químicas da água de superfície (COUTO et al., 1985) e a formação e evolução das veredas, conforme Freyberg (1932, citado por BARBOSA, 1967), Boaventura (1978) e Lima (1996).

Ruggiero et al. (2002) incluíram nos estudos de relação solo/planta a dinâmica da água no solo, que posteriormente foi melhorada por Oliveira et al. (2005) e Quesada et al. (2004). Os mecanismos pedogenéticos relacionados à adição, perda, transformação e translocação de materiais no solo influenciam na diferenciação dos solos da paisagem afetando até a evolução do relevo (SANTOS, 2000).

Os solos encontrados numa vertente são influenciados por diversos fatores de formação tais como tipo da vertente, clima, percolação e infiltração de água, material de origem, entre outros (ROCHA e CARVALHO, 2003). Segundo Zhang (2002), tanto o solo como o clima tem influenciado no desenvolvimento da vegetação em certos ambientes.

Segundo Juhász et al. (2006), o processo de oxidação, drenagem e das relações solo/vegetação de uma vertente pode ser melhor entendido através do estudo dos solos relacionado com o relevo.

Corrêa (1989) define diferentes ambientes ao longo da vertente nas veredas:

Campo higrófilo - apresenta um regime sazonal de umidade e é composto predominantemente de gramíneas. A ocorrência de Gleissolos Háplicos é bastante comum.

Campo hidrófilo - corresponde a áreas planas com predomínio de ciperáceas, permanentemente saturadas por água. Ocorre uma camada superficial humificada (Gleissolos Melânicos) e outra mais espessa (Organossolos).

Vegetação arbórea – tem como destaque a palmeira buriti (*Mauritia vinifera*) sobre os Organossolos.

A ampla disponibilidade hídrica caracteriza a fitofisionomia de vereda, possibilitando a grande diversidade vegetal desse ambiente em relação ao cerrado que o contorna. Conforme Elhaï (1968) citado por Silva (2007), a estrutura das raízes das gramíneas permite a adaptação em terreno arenoso, sazonalmente alagado.

2.5 Caracterização geral dos solos de veredas

As diferentes classes de solos no ambiente de veredas podem ser compreendidas com base na variação geomorfológica das chapadas, de modo que o processo de hidromorfismo tem influenciado bastante na formação dos solos, favorecido pelo relevo plano, principalmente nas partes mais baixas da paisagem.

De acordo com Melo (1992), ao longo da vertente ocorrem três domínios pedogenéticos diferenciados pela vegetação, solos e topografia. O terço superior da vertente corresponde à zona de envoltório representada por solos arenosos associados a gramíneas e arbustos; um segundo domínio é representado por solos gleizados sob mata de galeria com uma zona de hidromorfia sazonal no terço médio da vertente (zona úmida) e no terço inferior ocorre o domínio com hidromorfia permanente (zona encharcada) e ocorrência de horizonte superficial rico em matéria orgânica.

As veredas normalmente ocorrem em áreas com predominância de Latossolos e Neossolos Quartzarênicos, sendo esse ambiente relacionado a solos hidromórficos conforme trabalhos do PROJETO RADAMBRASIL (1981), nas regiões de Goiás e Brasília. Lima (1996), estudando a evolução da paisagem na Bacia do Ribeirão Panga, no Triângulo Mineiro, observou que há ocorrência de solos hidromórficos nas veredas.

Os solos de veredas são fortemente influenciados pelo processo de hidromorfismo, por serem áreas de acúmulo sazonal de água na paisagem. Em geral, os solos hidromórficos ocorrem em relevo plano a suave ondulado, com declividade de até 3 % (CAMPOS, 1999). Esses solos geralmente apresentam cores cinzentas por sofrerem um intenso processo de desferrificação; ao contrário da chapada, onde o suprimento de oxigênio é abundante e predominam solos de cores amarelas a vermelhas, por não sofrerem tanto com o processo de redução do ferro (UFV, 1980).

Os processos de oxidação e redução do ferro e manganês determinam as características morfológicas desses solos, conferindo-lhes cores distintas. A solubilidade e a cor do ferro e manganês são influenciadas pelos seus estados de oxidação, explicando os matizes cinza, preto, marrom e amarelo, frequentemente observados em solos hidromórficos (BREEMEN e BUURMAN, 2002). Segundo Stoops e Eswaran (1985), a presença de mosqueados é um forte indicador de hidromorfismo nos solos.

Em ambientes hidromórficos é comum o processo denominado ferrólise, que envolve a acidificação e a destruição da argila sob a influência da alternância entre a redução e a oxidação do ferro. Nesse processo, os argilominerais são destruídos ou intercalados, podendo haver

também a formação de um gradiente textural em que o horizonte fica esbranquiçado e mosqueado (BRINKMAN, 1970).

Ranst e Coninck (2002), criticando os trabalhos de Brinkman (1970), apontam que os minerais trioctaédricos e quartzos identificados na fração argila têm origem na diminuição de partículas maiores de minerais herdados, antes propostos como sendo formados pela ferrólise. Conforme Ranst e Coninck (2002) o gradiente textural atribuído ao processo de ferrólise, na verdade, é devido à translocação de argila nos horizontes do solo.

Silva et al. (2007) classificaram e mapearam os solos de uma área de 126 mil hectares de chapadas do Alto Jequitinhonha e encontraram Latossolos, Plintossolos e Gleissolos. Na microbacia que drena para a vereda Lagoa do Leandro foram classificados e mapeados os seguintes solos, da maior para a menor altitude: Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico típico (LVA), Latossolo Amarelo Distrófico típico (LA), “Latossolo Acinzentado” Distrófico (“LAC”) e Gleissolo Háptico Tb Distrófico argissólico (GXbd).

Ferreira (2008) estudou a gênese dos latossolos de uma chapada situada a 54 km a sudoeste do local desse estudo e relacionou-a com a evolução da paisagem das chapadas do Alto Jequitinhonha.

2.6 Solos da região dos estudos

O mapeamento de solos realizado por Silva et al. (dados não publicados) demonstra a ocorrência de Latossolos e Gleissolos nas chapadas do município de Minas Novas - MG. Levantamentos oficiais de diagnóstico ambiental abrangendo a região desse estudo (BRASIL, 1997; MINAS GERAIS, 1982) relatam as mesmas ordens de solo identificadas por Silva et al. (dados não publicados), descritas a seguir:

2.6.1 Latossolos

De acordo com Embrapa (2006), os Latossolos são solos constituídos por material mineral, tendo a presença de B latossólico abaixo de qualquer tipo de horizonte A. São profundos com sequência de horizonte A-Bw-C e pouca diferenciação de sub-horizontes, sendo

bastante intemperizados, com baixa capacidade de troca de cátions, destituídos de minerais primários ou secundários facilmente intemperizados. A maioria dos latossolos varia de fortemente a bem drenados, podendo ocorrer solos com cores pálidas, de drenagem moderada ou imperfeitamente drenados. Em distinção às cores mais escuras do A, o horizonte B tem as cores variando desde amarelas ou mesmo bruno-acinzentadas até vermelho-escuro acinzentadas, nos matizes 2,5YR a 10YR, dependendo da natureza, forma e quantidade dos constituintes - mormente dos óxidos e hidróxidos de ferro (Fe) - segundo condicionamento de regime hídrico e drenagem do solo, dos teores de Fe na rocha de origem e se a hematita é herdada ou não.

Esses solos são, em geral, fortemente ácidos, com baixa saturação por bases, distróficos, álicos e alumínicos. Ocorrem, no entanto, solos com média e até mesmo alta saturação por bases, encontrados geralmente em zonas que apresentam estação seca pronunciada, semiáridas ou não, ou ainda por influência de rochas básicas ou calcárias. São típicos das regiões equatoriais e tropicais, ocorrendo também em zonas subtropicais, distribuídos, sobretudo, por amplas e antigas superfícies de erosão, pedimentos ou terraços fluviais antigos, normalmente em relevo plano a ondulado, embora possam ocorrer em áreas mais acidentadas, inclusive em relevo montanhoso. São originados a partir dos mais diversos tipos de rochas e sedimentos, sob condições de clima e tipos de vegetação os mais diversos (EMBRAPA, 2006; WRB, 2008; SOIL SURVEY STAFF, 1999).

A caulinita, gibbsita, hematita e a goethita são os principais minerais da fração argila dos latossolos brasileiros, ocorrendo também o anatásio (CARMO, 1977; RESENDE, 1976; KÄMPF e SCHWERTMANN, 1983).

Uma das características marcantes nos latossolos é a estrutura granular composta por microagregados estáveis (BENNEMA et al., 1970; STOOPS et al., 1994; AZEVEDO e BONUMÁ, 2004; WRB, 2008). São diversas as teorias para explicar a origem dos microagregados nos latossolos: alguns autores relacionam a intensa atividade biológica (MIKLÓS, 1992; NUNES et al., 2000; SCHAEFER, 2001; FIGUEIREDO et al., 2002), outros, a mineralogia desses solos (CURI e FRANZMEIER, 1987; ARDUINO et al., 1989; BUOL e ESWARAN, 2000, MUGGLER et al., 2001; BARBERIS et al., 1991; GOLDBERG, 1989). Silva (1997), Silva e Vidal-Torrado (1999) e Ferreira (2008) relacionam os microagregados à atividade biológica e à mineralogia. Na área estudada foram classificadas a seguintes subordens de latossolos:

A) Latossolo Vermelho Amarelo (LVA)

Os Latossolos Vermelho Amarelo são aqueles de coloração vermelho-amarelada, refletindo a dominância de goethita em relação à hematita. Em geral, apresentam os teores de Fe_2O_3 entre 7 a 11%, quando de textura argilosa a muito argilosa (EMBRAPA, 1988) e relação $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3 > 3,14$, quando de textura média (BENNENA e CAMARGO, 1964).

Geralmente têm baixa fertilidade natural (normalmente distróficos e álicos e, raramente, eutróficos, sobretudo na região semiárida brasileira). Ocorrem em áreas de relevo plano (chapadas) ao montanhoso ($45\% < \text{declividade} < 75\%$) e também são encontrados em mares de morros. A textura varia desde 15% até mais de 80% de argila (KER, 1998).

B) Latossolo Amarelo (LA)

Os Latossolos Amarelos atualmente conhecidos são originados no “Kaolinitic Yellow Latosols” de solos amazônicos estudados por Sombroek (1966). São profundos, com matizes do horizonte B variando de 7,5YR a 10YR, caulíníticos. Os teores de argila apresentam-se de 15 a 95% (OLIVEIRA et al., 1992; RODRIGUES, 1996). Nos Latossolos Amarelos amazônicos são encontradas quantidades superiores a 80% de caulinita na fração argila (SOMBROEK, 1966).

O Fe_2O_3 obtido por ataque sulfúrico situa-se entre 1,5 a 7% e o Ki e Kr são maiores que 1,5, enquadrando esses solos como caulíníticos. Segundo Bennena e Camargo (1979), a estrutura em blocos subangulares fracamente desenvolvida e a instabilidade em água são provocadas pelo fato de os teores de Fe_2O_3 serem menores que 7% e haver ausência de gibbsita.

C) “Latosolo Acinzentado” (“LAC”)

Em mapeamento de solos realizados por Silva et al. (dados não publicados), numa área de 126 mil ha de solos no Alto Vale do Jequitinhonha, cerca de 2 a 3% dos solos das chapadas são Latossolos Acinzentados.

Conforme Ker (1998), os latossolos pálidos devem enquadrar solos de coloração amarelo-pálida ou mesmo acinzentada com alto valor e baixo croma, com teores de ferro total baixo (provenientes do ataque sulfúrico), não-magnéticos, sem coesão entre o horizonte A com o B latossólico, como verificado em Latossolos Amarelos de textura argilosa dos tabuleiros costeiros. Em várias situações são englobados como solos intermediários para Plintossolos e Gleissolos.

Na excursão de pedologia do XXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, o perfil 5, da área experimental da UnB, na cabeceira do Córrego Taquara – DF, foi tido como uma

variação pálida do Latossolo Vermelho-Amarelo. O solo é caulínítico, muito argiloso, com baixos teores de Fe_2O_3 (<2,5%), coloração bruno amarelo-clara (10YR 6/6) e amarelo-brunada (10YR 6/7) nos horizontes Bw_1 e Bw_2 , respectivamente, ambos úmidos (KER, 1998).

Ker e Araújo (2005, citado por FERREIRA, 2008), comentaram que o PERFIL VII RCC - 12 MG foi classificado em Latossolo Amarelo Coeso típico, textura argilosa, A moderado, fase cerrado tropical subcaducifólio, relevo plano e, em uma classificação anterior, em Latossolo Vermelho-Amarelo (ou Latossolo Pálido) Distrófico A moderado textura argilosa fase cerrado tropical subcaducifólio relevo plano. Para atender aos requisitos do SiBCS, na classificação desses solos, os limites de alguns atributos, como o índice Ki e a porcentagem de Fe_2O_3 , deveriam ser modificados. É nesse contexto, que os autores propuseram a criação do Latossolo Acinzentado.

2.6.2 Gleissolo Háptico (GX)

São solos hidromórficos, constituídos de material mineral, apresentando horizonte glei dentro dos primeiros 150 cm da superfície do solo, imediatamente abaixo de horizontes A ou E (gleizados ou não) ou de horizonte hístico com menos de 40 cm de espessura. Estão sazonalmente ou permanentemente saturados por água, desde que não estejam drenados artificialmente. Em decorrência de um ambiente redutor tem-se uma forte gleização, que se processa em meio anaeróbico, por meio de microorganismos. Esse processo implica na manifestação de cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas, devido à remoção dos óxidos de ferro decorrente da redução do Fe^{+3} (pouco solúvel) para Fe^{+2} (solúvel), causada pelo alagamento. Durante o processo de gleização, os microrganismos do solo degradam a matéria orgânica reduzindo o ferro, o que promove a translocação e reprecipitação dos seus compostos (EMBRAPA, 2006).

De acordo com Embrapa (2006), trata-se de solos mal ou muito mal drenados, em condições naturais, com sequência de horizonte A-Cg, A-Big-Cg, A-Btg-Cg, A-E-Btg-Cg, A-Eg-Bt-Cg, Ag-Cg, H-Cg. Têm baixa fertilidade natural (distrófico) e textura variada.

São solos que ocorrem sob vegetação hidrófila ou higrófila herbácea, arbustiva ou arbórea e, ainda, com os seguintes requisitos:

- ausência de qualquer tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei;
- ausência de horizonte vértico ou plúntico coincidente com o horizonte glei;

- ausência de horizonte B textural com mudança abrupta;
- ausência de horizonte hístico com 40 cm ou mais de espessura;
- ausência de horizonte plúntico dentro de 200 cm da superfície.

Ocorrem em diversas posições no relevo, mas sempre relacionados à constante ou periódica saturação de água. Os horizontes A, E, B e C podem sofrer o processo de gleização e apresentar cores de croma bastante baixo, próximos ao neutro (EMBRAPA, 2006).

2.7 Formas e compostos de ferro em solos

Os óxidos de ferro (incluindo os óxidos, oxihidróxidos e hidróxidos) são minerais que têm a sua formação influenciada pelas condições pedoambientais e processos pedogenéticos. São formados pela liberação de íons de ferro pelo intemperismo de minerais primários (litogênicos) e secundários (pedogênicos), conforme Schwertmann e Taylor (1989). Quando encontrados em concentrações elevadas indicam alto grau de intemperização (RESENDE, 1976; MOURA FILHO e BUOL, 1976; CAVALCANTI, 1977; HERBILLON, 1980; BESOAIN, 1985; SCHWERTMANN e TAYLOR, 1989; MILLER e DONAHU, 1990).

A concentração dos óxidos de ferro nos solos varia de menor que 1 a maior que 500 g de Fe kg⁻¹ de solo; relacionada ao teor de ferro no material de origem e ao grau de intemperização (KÄMPF e CURI, 2000; INDA JUNIOR, 2002). A ocorrência desses minerais é controlada pelos fatores de formação do solo como temperatura, umidade, pH, Eh (potencial de oxirredução), taxa de liberação do ferro e taxa de oxidação e refletem as condições nas quais se formaram (SCHWERTMANN e TAYLOR, 1989).

Dentre os principais fatores que contribuem para a distribuição do ferro liberado das rochas estão a solubilidade diferencial dos compostos ferrosos e férricos e a reversibilidade da reação de oxidação do ferro ($\text{Fe}^{3+}_{\text{aq}} \leftrightarrow \text{Fe}^{2+}_{\text{aq}} + e^-$), influenciados pela acidez do meio conforme Goldschmidt (1958) citado por Fontes et al. (1985).

As reações de oxidação e hidrólise provocam a liberação do ferro reduzido (Fe^{2+}) presente nos silicatos, especialmente nos minerais máficos. A maior parte desse ferro liberado precipita na forma de compostos pouco solúveis na faixa normal de pH dos solos denominados de óxidos ou hidróxidos férricos. Já uma pequena parte desse ferro oxidado pode ser incorporada na estrutura de minerais secundários argilosos ou complexados pela matéria orgânica

(SCHWERTMANN e TAYLOR, 1977; SCHWERTMANN e TAYLOR, 1989; BESOAIN, 1985).

Alguns metais solubilizados podem ser identificados quando se realiza as extrações de óxidos de ferro pedogênicos, como o alumínio que pode substituir o ferro na estrutura cristalina (SCHWERTMANN e TAYLOR, 1989; SCHWERTMANN e CARLSON, 1994; TROLARD et al., 1995).

A ausência ou presença dos óxidos de ferro, assim como a proporção e a forma de distribuição (homogênea, concreção, segregação), atribuem cores variadas ao solo, sendo de grande importância para os diversos sistemas de sua classificação (SOIL SURVEY STAFF, 1998; EMBRAPA, 2006). Os óxidos ocorrem no solo na forma de pequenos cristais e podem estar distribuídos na matriz do solo ou segregados como mosqueados, nódulos, ferricretes, plintita e outros (SCHWERTMANN e TAYLOR, 1989; KÄMPF e CURI, 2000).

Concreções ferruginosas e plintita ocorrem em grandes extensões no Brasil conforme estudos realizados por Anjos et al. (1995) e Batista e Santos (1995). Entre as principais áreas de ocorrência desses compostos ferruginosos estão à região Amazônica (Alto Amazonas), Amapá, Ilha de Marajó, Baixada Maranhense, sudoeste de Tocantins, Ilha do Bananal, norte de Goiás, Piauí Setentrional e Pantanal Mato-Grossense (EMBRAPA, 1986).

Segundo estudos realizados por Schwertmann e Kämpf (1983), o ferro presente na goethita e hematita pode ser remobilizado e movimentar-se na paisagem juntamente com a água, se houver condições anaeróbicas no ambiente. Quando ocorre a reoxidação do ferro no solo, há precipitação na forma de ferrihidrita, goethita e/ou lepidocrocita. Vários ciclos alternados de umedecimento e secagem promovem a ocorrência de mosqueados e concreções na matriz do solo (SCHWERTMANN e TAYLOR, 1989).

Um indicativo de condições pedoambientais é a ausência de óxidos de ferro no solo, geralmente relacionada a processos intensos de redução no solo (SCHWERTMANN e TAYLOR, 1989).

Ocorrendo no solo condições favoráveis de redução do Fe^{3+} presente nos óxidos ou hidróxidos férricos para o Fe^{2+} , este ferro oxidado pode desaparecer com o tempo. Porém, o Fe^{2+} pode também migrar para zonas de alto Eh (alta concentração de O_2) induzindo a reoxidação e consequente reprecipitação dos compostos férricos. Estes compostos podem acumular na forma de mosqueado avermelhado ou escurecido (presença de manganês) e, até mesmo, endurecer-se irreversivelmente sob ciclos repetidos de secagem e umedecimento, formando a plintita ou petroplintita (KÄMPF e DICK, 1984; ESTADOS UNIDOS, 1975; SCHWERTMANN e TAYLOR, 1989).

Alguns microrganismos são capazes de oxidar o Fe^{2+} em solução aquosa, tais como *Thiobacillus ferrooxidans*, adaptada a condições muito ácidas. É extremamente lenta a oxidação abiótica do Fe^{2+} (SCHWERTMANN e TAYLOR, 1989).

Os principais óxidos de ferro encontrados no solo são a hematita, que confere cores avermelhadas (5R - 2,5YR) ao solo, a goethita, responsável pelas cores bruno-amareladas (7,5YR - 2,5YR), a lepidocrocita, responsável por cores alaranjadas (5YR - 7,5YR), e a maghemita e ferridrita, que transmitem cores bruno-avermelhadas, respectivamente nos matizes 2,5YR - 5YR e 5YR - 7,5YR (TORRENT et al., 1980; ESPIRITO SANTO, 1988). Entretanto, a magnetita e a ilmenita (óxidos de ferro e titânio) são comuns em solos tropicais que se desenvolveram sobre rochas básicas (RESENDE et al., 2005).

Alguns cátions podem estar contidos nas estruturas dos óxidos de ferro, entre eles o Cu, Zn, Mn, Ti, Cr, Co e Ni (SCHWERTMANN e TAYLOR, 1989). De acordo com Fitzpatrick e Schwertmann (1982), as condições de acidez (alta atividade de Al), não hidromorfismo e de intenso intemperismo podem promover a incorporação do Al na estrutura dos óxidos de ferro, podendo alterar sua estrutura interna, conforme Schulze e Schwertmann (1984) e Schwertmann (1984, citado por CORRÊA, 2005).

Vários métodos e técnicas são utilizados para identificação e caracterização dos óxidos de ferro do solo, vale destacar a difração de raios-X, microscopia eletrônica, espectroscopia de infravermelho, análise térmica diferencial e espectroscopia Moussbauer, além das técnicas de dissolução seletiva por oxalato de amônio e ditonito-citrato-bicarbonato (MEHRA e JACKSON, 1960; McKEAGUE e DAY, 1966; EMBRAPA, 1997; INDA JUNIOR e KÄMPF, 2003; SCHWERTMANN, 1973). A espectroscopia de reflectância difusa tem sido bastante utilizada na quantificação dos óxidos de ferro do solo (KOSMAS et al., 1984; FERNANDES et al., 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização

A área de estudo está localizada no município de Minas Novas, no Alto Vale do Jequitinhonha - MG. Situa-se entre as coordenadas 17° 19' e 17° 20' de latitude sul e 42° 28' e 42° 29' de longitude oeste (Figura 1), com altitudes variando de 810 a 870 m.

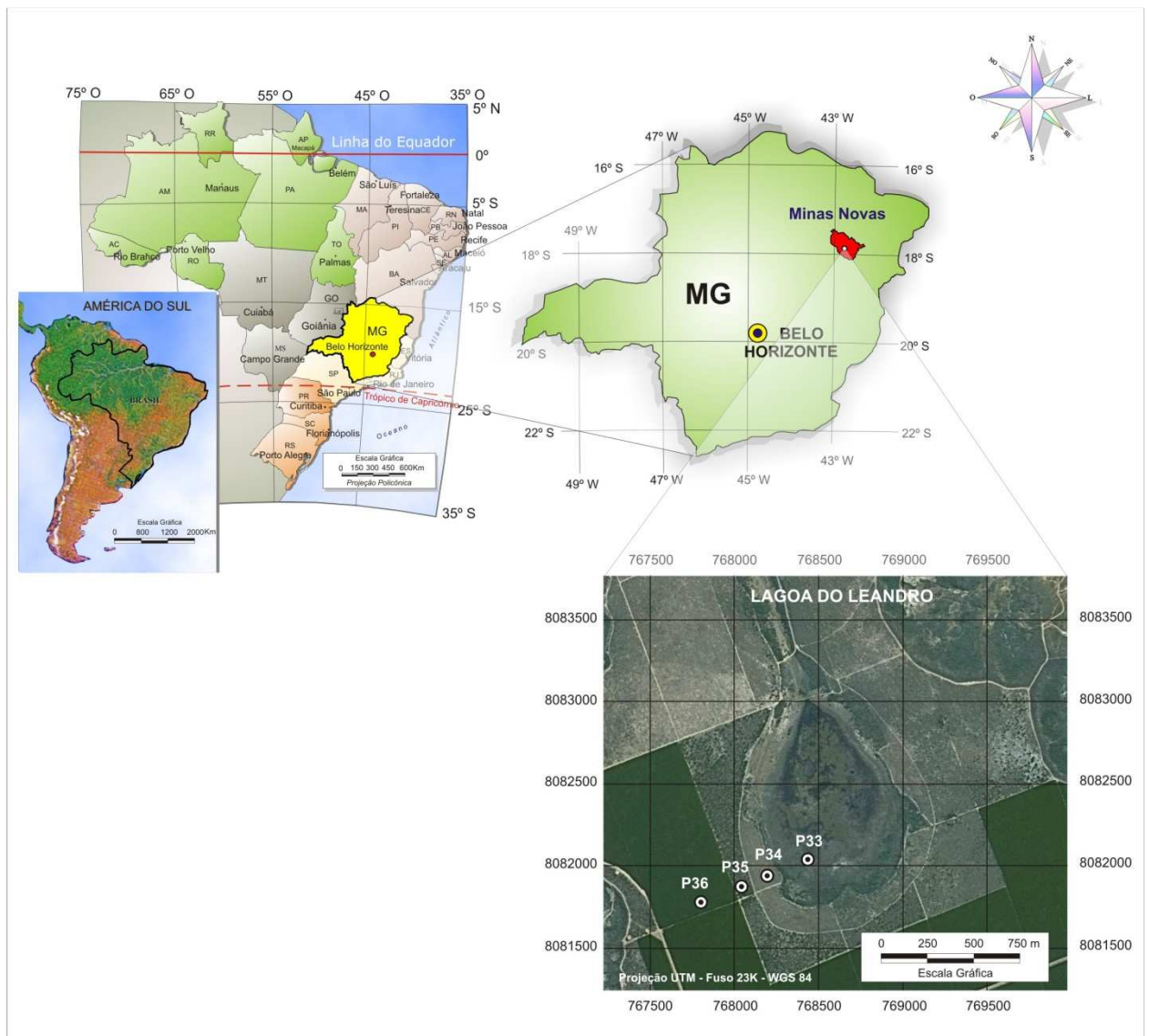


Figura 1. Localização da topossequência situada na microbacia da Vereda Lagoa do Leandro.

3.2 Clima e vegetação

O clima é um dos fatores determinantes com relação à elaboração da estrutura da paisagem (CAMPOS, 1998).

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, definido como semiárido a subúmido/úmido. A temperatura média anual varia de 21 a 24°C. A precipitação média anual oscila entre 600 a 1.200 mm, com média anual de 1.062 mm e as chuvas concentram-se basicamente em seis meses do ano (outubro a março). A umidade relativa do ar varia entre 60 a 80%. O mês mais frio do ano é junho e o mais quente é fevereiro. A evapotranspiração potencial situa-se na faixa dos 800 a 1.200 mm (BRASIL, 1997).

Nas Figuras 2 e 3 são apresentados os dados de precipitação pluviométrica mensal e anual coletados em Capelinha - MG, a cerca de 60 km ao sul da Vereda Lagoa do Leandro.

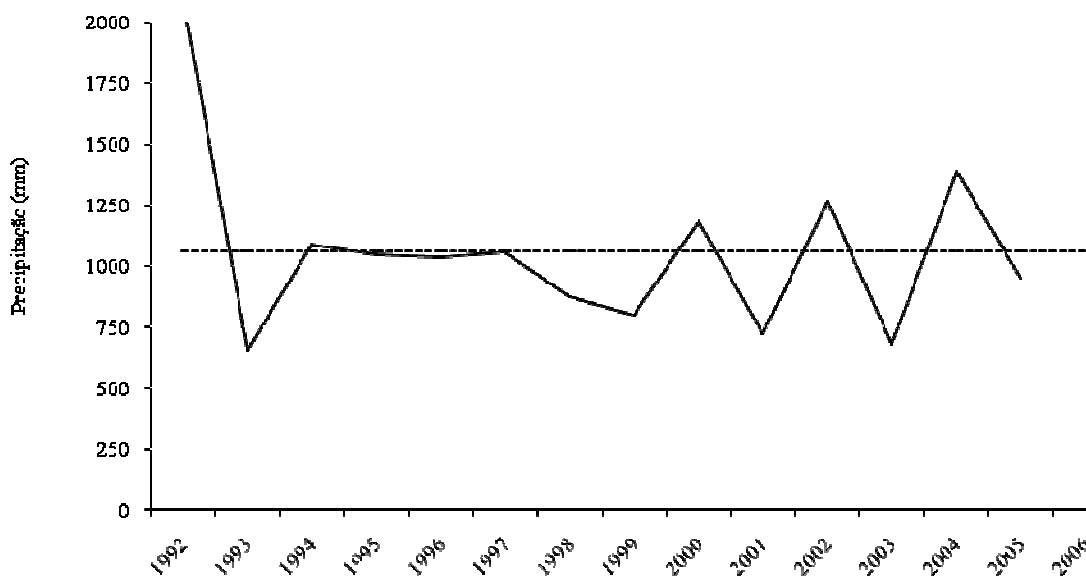


Figura 2. Dados da precipitação média anual de Capelinha - MG.
Fonte: ArcelorMittal Jequitinhonha

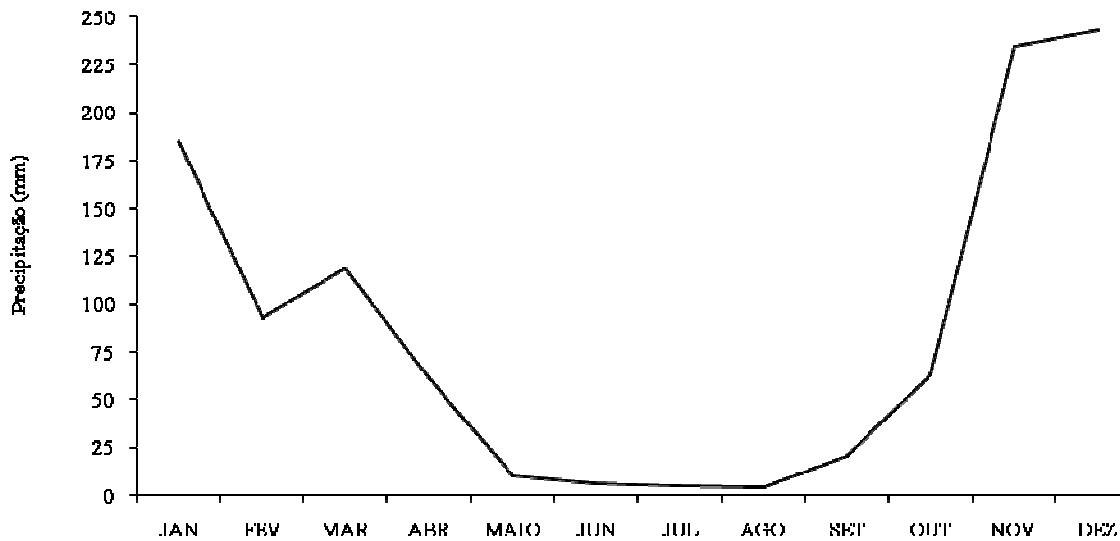


Figura 3. Dados da precipitação média mensal (1992 - 2006) coletados em Capelinha - MG.
Fonte: ArcelorMittal Jequitinhonha

A vegetação predominante na região pertence ao bioma cerrado, podendo ser encontrados alguns fragmentos de floresta estacional semidecidual nas bordas das chapadas (FERREIRA, 2008).

O reflorestamento de eucalipto, a partir da década de 70 do século XX, tomou o lugar da vegetação de cerrado *stricto sensu*, estimulado pela política de incentivos fiscais concedidos pelo governo para o abastecimento da siderurgia a carvão vegetal e da indústria nascente de papel e celulose.

Em estudos realizados por Araújo (2009), algumas espécies típicas de cerrado foram encontradas nas áreas de reserva legal, como: *Schefflera vinosa* (Araliaceae), *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae), *Kielmeyera lathrophytum* (Clusiaceae), *Piptocarpha sp.* (Asteraceae), *Enterolobium gummiferum* (Fabaceae), *Mimosa pithecolobioides* (Fabaceae), *Stryphnodendron adstringens* (Fabaceae), *Ocotea aciphylla* (Lauraceae), *Byrsonima coccolobifolia* (Malpighiaceae), *Cabrlea canjerana* (Meliaceae), *Remijia ferruginea* (Rubiaceae), *Xylopia sericea* (Annonaceae), *Eremanthus erythropappus* (Asteraceae), *Miconia pohliana* (Melastomataceae), *Qualea grandiflora* (Melastomataceae), *Duguetia furfuracea* (Annonaceae), *Hymenaea stigonocarpa* (Fabaceae), *Banisteriopsis sp.* (Malpighiaceae), *Calyptranthes sp.* (Myrtaceae), *Gochnatia sp.* (Asteraceae).

A Figura 4 mostra a cobertura vegetal da microbacia da Vereda Lagoa do Leandro. Nas partes mais altas observa-se o povoamento de eucalipto, o cerrado nas vertentes, mata de galeria nas bordas e vegetação hidrófila formada por gramíneas e ciperáceas nas partes mais baixas.

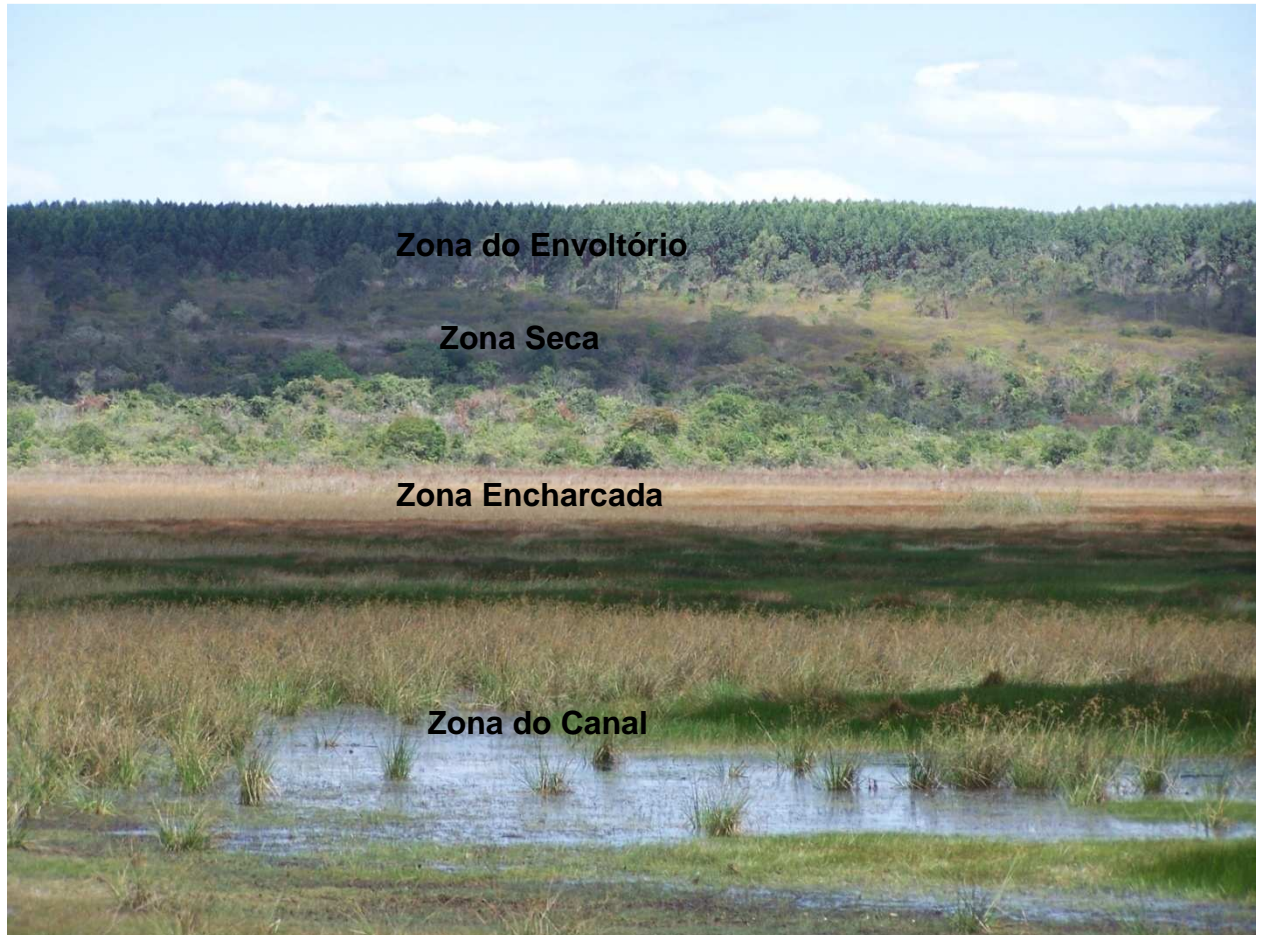


Figura 4. Unidades geomorfológicas e a cobertura vegetal da microbacia da Vereda Lagoa do Leandro.

3.3 Hidrogeologia

No município de Minas Novas, a rede de drenagem é constituída pelos rios Araçuaí, Fanado e Setubal. Podem-se distinguir dois domínios hidrogeológicos: de coberturas detríticas do Cenozoico e de rochas metamórficas do Neoproterozoico (CPRM, 2005).

As coberturas detríticas de composição areno-argilosa, eventualmente laterizadas, como os latossolos das chapadas, são sedimentos pouco consolidados que constituem o sistema aquífero granular. Este sistema é bastante poroso e permeável. São aquíferos muito importantes na recarga dos aquíferos fissurais devido à infiltração vertical que normalmente ocorre e pode

atingir de 1 a 45 m de espessura. Já o sistema aquífero fissurado no município de Minas Novas está em associação com as rochas do Grupo Macaúbas e Formação Salinas. O predomínio de falhas, fraturas e xistosidades proporciona a porosidade secundária e apresenta baixo potencial hidrogeológico (CPRM, 2005).

3.4 Geomorfologia e geologia

No Planalto do Jequitinhonha, embasado por litologias do Grupo Macaúbas, encontram-se áreas aplainadas denominadas de “chapadas”, apresentando declividades em seu conjunto sempre inferiores a 10% e altitudes médias em torno de 800 metros. Essas chapadas possuem topos aplainados e estão fragmentadas pela intensa dissecação da paisagem, ocorrendo sedimentos detrítico-lateríticos cenozoicos, convergindo para as bacias dos rios Fanado e Capivari (MINAS GERAIS, 1982; CAMPOS, 1998). A profunda cobertura pedológica das chapadas favorece a infiltração da água, sendo que uma parte abastece os lençóis profundos do nível de base regional e a outra parte aflora em ocorrências localizadas de escoamento superficial nas partes mais baixas das chapadas, cujas cabeceiras são comumente denominadas de “veredas” (PROJETO RADAM MINAS, 1977).

A superfície de aplainamento ocorrida no Terciário Inferior ou Médio, representando as chapadas os resquícios destas áreas, podem estar sobre o embasamento ou sobre os xistos diamictitos do Proterozoico (CAMPOS, 1998). Conforme o mesmo autor, essa região marca o início da caatinga no estado de Minas Gerais. As crostas lateríticas favorecem a manutenção da topografia plana (GONÇALVES, 1997).

A litologia do Grupo Macaúbas representa uma sequência sedimentar pré-cambriana de idade neoproterozoica e composta de quartzo-biotita-xistos com intercalações de quartzitos, conglomerados e filitos, com lentes de calcário, anfíbolitos e xistos verdes, que foram a base para a evolução do relevo regional (PEDROSA-SOARES, 1996). Apresenta uma orientação norte - sul no estado de Minas Gerais e uma extensão superior a 500 km (SCHOBENHAUS, 1984). O termo Macaúbas teve origem no rio Macaúbas, tributário do rio Jequitinhonha (MORAES, 1932; 1937).

O Grupo Macaúbas é composto das formações: Formação Ribeirão da Folha, Formação Salinas, Formação Chapada Acauã e Formação Nova Aurora, conforme Pedrosa-Soares (1996), respectivamente, da base para o topo. As rochas xistosas do Grupo Macaúbas são limitadas a

oeste pela Serra do Espinhaço e ocupa grandes áreas do Alto Vale do Jequitinhonha (CAMPOS, 1998).

Na região da Vereda “Lagoa do Leandro”, o Grupo Macaúbas é representado pela Formação Ribeirão da Folha que sofreu metamorfismo regional de baixo grau ocorrido há cerca de 700 a 500 milhões de anos, no evento Brasileiro (SILVA, 2006). As coberturas detríticas, eventualmente as lateríticas, normalmente apresentam elevada permeabilidade e porosidade alta fazendo com que a infiltração de água seja facilitada, ao ponto do lençol freático atingir nível profundo e espessura pequena. Nas áreas onde há truncamento da paisagem ocorre a formação de nascentes de encostas (CAMPOS, 1998). A Figura 5 representa a geologia do município de Minas Novas, indicando a região da área de estudo.

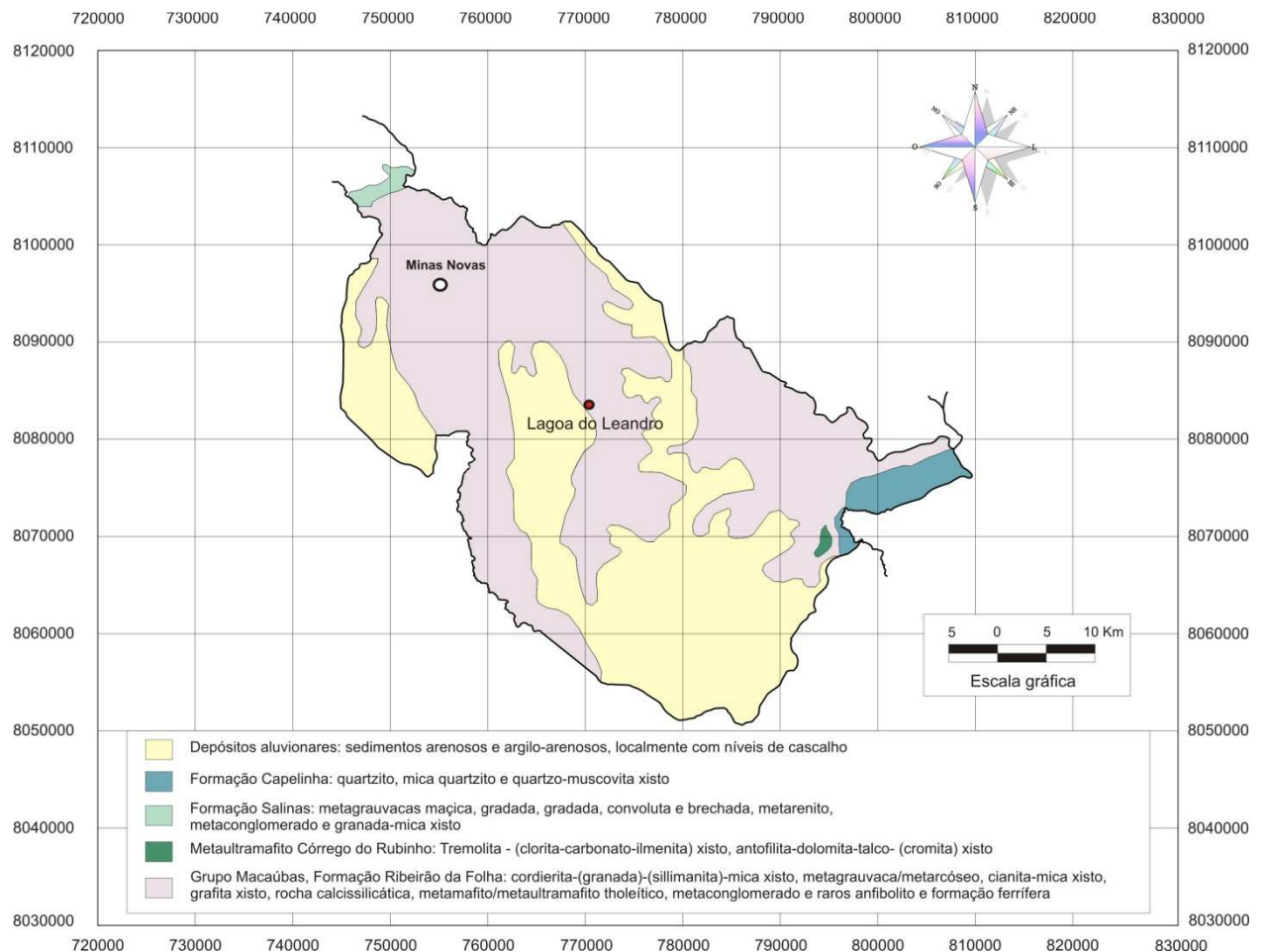


Figura 5. Mapa geológico do município de Minas Novas – MG.

Fonte: CPRM (2005) modificado de Heineck et al. (2004) e Souza (2004)

3.5 Trabalhos de campo

Em topossequência situada na vertente da microbacia da vereda denominada de Vereda “Lagoa do Leandro” no Alto Vale do Jequitinhonha, foram abertas quatro trincheiras bem representativas da paisagem; no topo (P 36), meia encosta (P 35), sopé (P 34) e na base da vereda (P 33). A topossequência possui 600 metros de extensão e as distâncias entre os perfis são: 153,7 m (P 33 – P 34), 207 m (P 34 – P 35) e 229,6 m (P 35 – P 36).

Nas quatro trincheiras (100 cm de largura, 200 cm de comprimento e 150 cm de profundidade) foram descritos e caracterizados morfologicamente os perfis de solos, de acordo com Santos et al. (2005). Também foram coletadas amostras deformadas e indeformadas em todos os horizontes e sub-horizontes de cada perfil, para análises químicas, físicas, morfológicas, mineralógicas e micromorfológicas. De posse dos resultados, os solos foram classificados conforme Embrapa (2006).

As amostras de solo coletadas, após transporte para o laboratório, foram secas ao ar, destorroadas e tamisadas em peneira de 2 mm, para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA).

Com a utilização de um amostrador do tipo Uhland (com anéis de 5,4 cm de altura com 4,37 cm de diâmetro) foram coletadas e identificadas amostras indeformadas e, posteriormente, embaladas em filme plástico. Essas amostras foram transportadas em embalagens que mantiveram a estrutura intacta. No laboratório, as amostras foram preparadas de maneira que o volume da amostra fosse correspondente ao volume interno do anel, sendo necessário retirar o excesso de solo das superfícies do mesmo.

3.6 Análise estrutural

A configuração lateral dos diferentes horizontes na topossequência estudada foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Boulet et al. (1982). Para observação da distribuição horizontal e vertical dos horizontes, foram realizadas tradagens profundas de 20 em 20 m de distância, ao longo dos 600 metros da topossequência estudada.

O sistema pedológico representado no plano é devido à isolinhas que identificam o aparecimento ou desaparecimento de volumes pedológicos, chamados de curvas de isodiferenciação, dando-se através de uma carta sintética (CHAUVEL, 1979). Essa análise

permite a previsão sobre a evolução dos solos relacionada às condições ambientais (RUELLAN et al., 1989).

Compararam-se os atributos morfológicos (cor, profundidade, textura, consistência e atributos dos mosqueados e nódulos) dos horizontes na topossequência e, a partir dessas observações, desenhou-se no programa Corel Draw 13 todo o segmento em corte longitudinal e vertical.

3.7 Trabalhos de laboratório

3.7.1 Análises físicas

As análises granulométricas foram realizadas pelo método da pipeta, conforme Embrapa (1997). As amostras de TFSA foram dispersas com solução de NaOH 1 mol L⁻¹ e agitadas por 15 minutos. A separação das frações areia grossa e fina foi realizada por peneiramento úmido (peneiras com 0,2 e 0,053 mm de orifício, respectivamente). A fração argila foi separada por velocidade de sedimentação, com base na Lei de Stokes (GEE e BAUDER, 1986) e a fração silte, determinada por diferença.

Em todos os horizontes dos perfis estudados foram coletadas amostras indeformadas para determinar a densidade do solo (Ds), pelo método do anel volumétrico, utilizando o amostrador de Uhland. As amostras foram secas em estufa a 105°C por 24h e a densidade do solo (g cm⁻³) foi obtida pela razão entre a massa de solo seco em estufa e o volume interno do anel preenchido pela massa de solo correspondente (EMBRAPA, 1997).

Para determinação da densidade de partículas pelo método do balão volumétrico, conforme Embrapa (1997) foram usadas amostras de terra fina seca em estufa a 105°C por 12h (TFSE). Um balão volumétrico de 50 ml foi aferido e adicionado álcool etílico 90°GL com auxílio de uma bureta até completar o volume, agitando-se levemente para eliminar as bolhas. O cálculo foi realizado através da equação:

$$D_p (\text{g.cm}^{-3}) = a/50 - b$$

a = peso da amostra seca a 105°C;

50 = volume do balão volumétrico;

b = volume de álcool gasto

O Volume Total de Poros (VTP) foi determinado a partir da D_s e da D_p , pela seguinte equação:

$$\text{VTP} = (1 - D_s/D_p) \times 100$$

3.7.2 Análises químicas

As análises químicas foram realizadas em todas as amostras de TFSA, segundo metodologias propostas por Embrapa (1997), como segue: o pH foi determinado em água e em KCl 1 mol L⁻¹ na proporção solo/solução 1:2,5 (v/v) com o tempo de contato de 1 hora e agitação da suspensão antes da leitura; a matéria orgânica por colorimetria e os cátions Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ trocáveis foram extraídos com solução KCl 1 mol L⁻¹. A acidez potencial (H+Al) foi extraída com solução de Ca(OAc)₂ 0,5 mol L⁻¹ a pH 7 e determinada por titulação com solução NaOH 0,005 mol L⁻¹. O potássio (K⁺) foi determinado por fotometria de emissão de chama, após a extração com HCl 0,05 mol L⁻¹ e H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹ (Mehlich-1). O fósforo (P) disponível foi extraído com solução Mehlich-1 e determinado por colorimetria, usando ácido ascórbico como redutor.

A partir dos resultados obtidos foram calculados os seguintes atributos químicos: soma de bases (SB), saturação por bases (V%), CTC a pH 7 (T), CTC efetiva (t), saturação de Al³⁺ (m%) e o ΔpH (pH KCl - pH H₂O).

3.7.3 Análises mineralógicas

A mineralogia da fração argila foi determinada pela técnica de difração de raios-X (DRX). O preparo e os tratamentos das amostras para a determinação da composição das frações argila desferrificada foram feitos de acordo com Jackson (1969). Após o tratamento de eliminação da matéria orgânica com peróxido de hidrogênio (H₂O₂) a 30% (v/v), a fração argila (< 0,002 mm de diâmetro) foi separada por sifonação; as frações areia (grossa e fina), por peneiramento úmido (peneira de 0,053 mm), e o silte foi separado da argila por sedimentação.

As amostras da fração argila desferrificada em forma pastosa foram saturadas com K⁺ (KCl 1 mol L⁻¹) e Mg²⁺ (MgCl₂ 1 mol L⁻¹). Conforme Theisen e Harward (1962), as amostras

saturadas com K^+ foram transferidas para lâminas de vidro e orientadas por “esfregaço” com utilização de uma espátula. Após secagem em temperatura ambiente, foram irradiadas e, posteriormente, aquecidas a $350^\circ C$, durante 2 horas em mufla, resfriadas e novamente irradiadas. Finalmente, as lâminas de amostras saturadas com K^+ foram aquecidas à temperatura de $550^\circ C$, durante 2 horas, com posterior irradiação no difratômetro de raios X.

As amostras saturadas com Mg^{2+} foram transferidas e orientadas em lâminas. A secagem das lâminas foi feita à temperatura ambiente. Irradiou-se, procedeu-se a solvatação com etileno glicol (EG) das lâminas saturadas com Mg^{2+} e irradiou-se novamente.

A mineralogia de óxidos de ferro foi realizada conforme o procedimento descrito por Norrish e Taylor (1961), modificado por Kämpf e Schwertmann (1982). Esse procedimento de concentração de óxidos de ferro consiste na utilização da solução de NaOH 5M, em ebulição, por um período de 1 hora, servindo para a destruição dos minerais silicatados e dos óxidos de alumínio (NORRISH e TAYLOR, 1961; SINGH e GILKES, 1991).

Foram pesados 3 g da amostra de argila desferrificada e transferidos para copos de aço inoxidável (proporção 1:100) adicionando 300 ml da solução de NaOH 5M. Os béqueres contendo as amostras foram colocados em banho de areia em ebulição, por 60 minutos. Após esfriar, foram retirados os sobrenadantes límpidos por centrifugação. Depois de transferidos para tubo de centrifuga, foram lavados uma vez com 50 ml de NaOH 5M em temperatura ambiente, centrifugados (aproximadamente 1400 rpm/10 minutos) e decantados os sobrenadantes.

A amostra foi suspensa com jatos de água destilada, adicionando 50 ml de HCl 0,5 M e agitada rotativamente, deixando alguns minutos em contato para dissolução da sodalita $[Na_4Al_3Si_3O_{12}(OH)]$ eventualmente formada. Para promover a floculação da amostra foi utilizado NaCl e, sequencialmente, foram adicionados 50 ml de álcool etílico 90% para remoção do NaCl. As amostras foram transferidas para béqueres e deixadas para secar em estufa a $100^\circ C$.

Os tratamentos facilitam a diferenciação entre os diferentes minerais enquanto a orientação das lâminas possibilita a detecção do espaço d_{001} e a consequente identificação de filossilicatos (FURQUIM, 2007).

O aparelho usado para irradiação das lâminas mineralógicas foi um difratômetro Shimadzu XRD 6000 de raios X com tubo ânodo de cobre usando monocromador de cristal de grafite acoplado; as velocidades de varredura foram de 3 a $35^\circ 2\theta \text{ min}^{-1}$ para os agregados orientados e 3 a $70^\circ 2\theta \text{ min}^{-1}$ para os concentrados de óxidos, o tubo de raios X foi operado a 20 mA e 40 Kv.

Os critérios empregados para interpretação dos difratogramas e na identificação dos minerais constituintes da fração argila foram baseados no espaçamento interplanar (d) e no

comportamento dos picos de difração frente aos tratamentos de saturação e térmicos empregados, conforme apresentado por Jackson (1969), Brown e Brindley (1980) e Moore e Reynolds (1989).

3.7.4 Análises micromorfológicas

As amostras indeformadas foram coletadas em todos os perfis e, posteriormente, identificadas com relação à sequência de horizontes e transições entre eles. Para a coleta utilizaram-se caixas de papel cartão (12 x 7 x 4 cm) envoltas com papel filme para manter a integridade da estrutura.

Após o transporte das amostras para o Laboratório da ESALQ/USP, procedeu-se a secagem em temperatura ambiente e depois em estufa 40° C, durante 30 dias, para a retirada de toda umidade.

Conforme Castro (1985), na impregnação foi utilizada a resina Cristal 1.0 # 08 e monômero de estireno na mesma proporção, juntamente com o pigmento fluorescente Uvitex OB (Giba-Geigy®) e o catalisador Butanox M-50, todos bem misturados e colocados num pote de sorvete mantendo a amostra submersa. Assim, ficaram alguns meses para a evaporação do monômero e secagem da resina. Após o endurecimento, as amostras foram cortadas com serra adiamantada e polidas com pó de carborundum de granulometria variada até ficarem com a espessura de aproximadamente 30 µm, considerada adequada para a descrição.

As análises micromorfológicas das lâminas delgadas foram realizadas em microscópio petrográfico Zeiss, segundo as recomendações de Bullock et al (1985), Brewer (1976), Brewer e Pawluk (1975) e Stoops e Jongerius (1975), no Laboratório de Micromorfologia do Departamento de Ciência do Solo da ESALQ/USP, a fim de identificar os componentes do solo como textura, estrutura, agregados, trama, fundo matricial, feições pedológicas e porosidade, entre outros.

As micrografias das lâminas delgadas foram obtidas com câmera digital acoplada a um microscópio petrográfico Zeiss, segundo os critérios estabelecidos por Brewer (1976) e compilações realizadas por Castro (1989). Foram usadas abreviaturas XPL e PPL nas legendas das micrografias, indicando que foram obtidas com nicóis cruzados ou apenas com o analisador inserido, respectivamente.

3.7.5 Ferro, alumínio e manganês extraídos pelo ditionito-citrato-bicarbonato de sódio e oxalato de amônio

Por meio da técnica de espectrofotometria de absorção atômica, foram determinadas as diferentes frações de ferro, alumínio e manganês. Nas amostras de solos (TFSA) foram realizadas extrações dos óxidos cristalinos de ferro, alumínio e manganês utilizando ditionito-citrato-bicarbonato (DCB) de sódio $0,3 \text{ mol L}^{-1}$ na proporção de 1:40, permanecendo em banho-maria a 75° C sob agitação constante por 15 minutos, sendo em seguida centrifugado a 2.500 rpm por 15 minutos (MEHRA e JACKSON, 1960; EMBRAPA, 1997; INDA JUNIOR e KÄMPF, 2003). As formas de baixa cristalinidade (amorfos) de ferro, alumínio e manganês foram extraídas pelo método do oxalato ácido de amônio (OAA) $0,2 \text{ mol L}^{-1}$ a pH 3,0 na proporção de 1:40, com agitação por 4 h na ausência de luz e centrifugação a 2.500 rpm por 15 minutos (SCHWERTMANN, 1973; McKEAGUE e DAY, 1966). Nos extratos DCB e OAA foram determinados os teores de ferro, alumínio e manganês por espectrofotometria de absorção atômica (EAA).

A razão entre os valores de Fe_2O_3 extraído pelo OA (Fe_o) e Fe_2O_3 extraído pelo DCB (Fe_d) é dado pelo índice Fe_o/Fe_d , assim como o índice Al_o/Al_d . O índice Fe_o/Fe_d é utilizado para indicar o grau de cristalinidade dos óxidos (KÄMPF, 1988) e na interpretação de processos pedogenéticos (SANTOS e BATISTA, 1996).

3.7.6 Ataque sulfúrico

Os teores totais de Fe, Al, Ti, Mn e Si foram determinados após o tratamento da TFSA com H_2SO_4 1:1 (volume - ataque sulfúrico) conforme descrito em Embrapa (1997). A partir dos teores de óxidos em percentagem obtidos pelo ataque sulfúrico foram calculadas as relações moleculares K_i ($(\% \text{ SiO}_2 \times 1,697)/\% \text{ Al}_2\text{O}_3$) e K_r ($(\% \text{ SiO}_2 \times 1,697)/[\% \text{ Al}_2\text{O}_3] + (\% \text{ Fe}_2\text{O}_3 \times 0,64)$], as quais são utilizadas como índices de intemperismo do solo e são apropriadas para caracterização de amostras de solos, principalmente dos Latossolos (EMBRAPA, 1997; 2006). Os Latossolos possuem $K_i < 2,2$ e a interpretação dos valores de K_i e K_r , conforme Embrapa (2006), verifica-se da seguinte forma:

- $K_i > 0,75$ e $K_r > 0,75$ sugerem solos caulínícos;
- $K_i > 0,75$ e $K_r \leq 0,75$ sugerem solos caulínícos-oxídicos;
- $K_r \leq 0,75$ sugere solos oxídicos (hematíticos ou goethíticos);
- $K_i \leq 0,75$ e $K_r \leq 0,75$ sugerem solos gibbsíticos/oxídicos.

Os teores de ferro e manganês foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica no extrato sulfúrico; os teores de alumínio, por complexometria com EDTA, a sílica, por gravimetria e o titânio, por colorimetria (EMBRAPA, 2006).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização da vereda

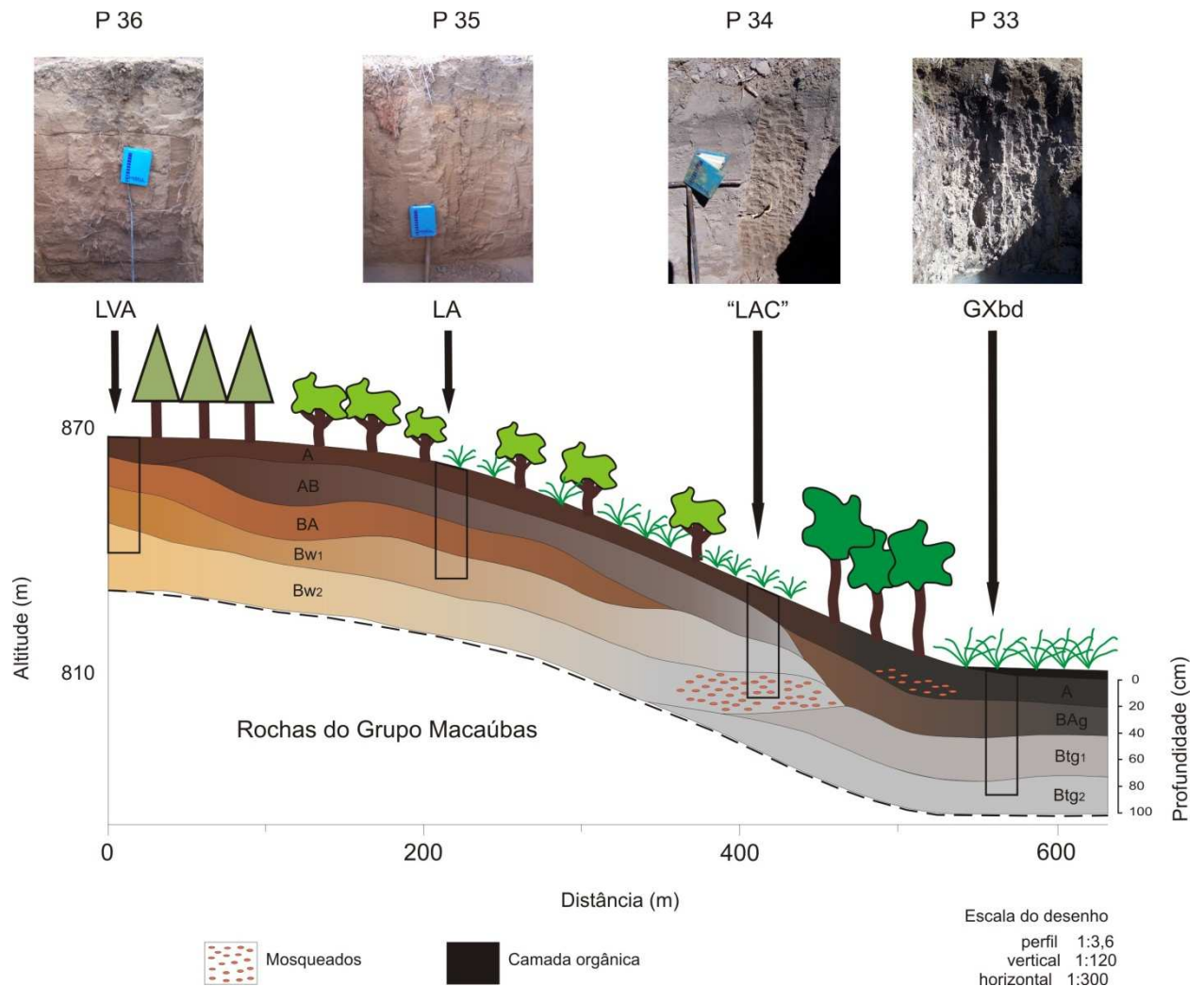
A Vereda Lagoa do Leandro caracteriza-se como sendo uma vereda de superfície tabular, formada em um planalto (Chapadas do Alto Jequitinhonha), conforme classificação proposta por Boaventura (1978) com relação ao posicionamento das veredas na paisagem. Pelo fato de ocorrer em áreas de planalto, corresponde às veredas mais antigas da paisagem.

Ocupa uma área de aproximadamente 59 ha e possui a forma ovalada (no formato de uma pera), com 1.107 metros de diâmetro maior e 760 metros de diâmetro menor. Drena uma microbacia de 380 ha, que possui vertentes planas no topo e na base e suaves onduladas no ombro, na meia encosta e sopé.

Aplicando-se a classificação de veredas proposta por Melo (1978), a Vereda Lagoa do Leandro, objeto deste estudo, possui quatro unidades geomorfológicas: a zona de envoltório com cobertura vegetal original de cerrado e atualmente descaracterizada pelos povoamentos de eucalipto, embasada por latossolos (LVA e LA); a zona seca composta de vegetação de cerrado e mata de galeria, caracterizada pela presença de latossolos com mosqueados (“LAC”), refletindo a oscilação sazonal do lençol freático; a zona encharcada sob vegetação de gramíneas e ciperáceas e embasada por gleissolos (GXbd) e a zona do canal com gleissolos e organossolos que sustentam plantas aquáticas e gramíneas. A Figura 4 demonstra as quatro unidades geomorfológicas da Vereda Lagoa do Leandro.

4.2 Atributos morfológicos dos solos da topossequência da Vereda Lagoa do Leandro

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), os perfis de solos da topossequência de Vereda “Lagoa do Leandro” foram classificados do topo para o sopé como: P 36 - Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico típico (LVA), A moderado, textura muito argilosa, relevo plano; P 35 – Latossolo Amarelo Distrófico típico (LA), A moderado, textura argilosa, relevo suave ondulado; P 34 – “Latossolo Acinzentado” Distrófico (“LAC”), A moderado, epialumínico, textura argilosa, relevo suave ondulado; P 33 – Gleissolo Háplico Tb Distrófico argissólico (GXbd), A moderado, textura média/muito argilosa, relevo plano (Figura 6 e 7).



Os principais atributos morfológicos dos perfis são representados na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos morfológicos dos solos da topossequência da Vereda Lagoa do Leandro

Hor	Prof. cm	Cor (úmida) Munsell Matiz	Textura	Estrutura	Consistência			Porosidade	Transição	
					Seca	Úmida	Molhada		Topografia	Nitidez
P 33 - Gleissolo Háptico Tb Distrófico argissólico										
A	0 - 20	GLE Y 1 2,5/10Y	Argilo- arenosa	Mista, Ma se desfaz em BS e BA, Fr a Mo, P e M e Gr	M	Fr	P e Pe	C, P M e G	Ondulada	Abrupta
B _{Ag}	20 - 36	GLE Y 2 4/10B	MA	Mista, Ma se desfaz em Pr e B, F e M	MD	MF	MP e Pe	Po, M e G	Ondulada	Gradual
B _{tg} ₁	36 - 77	GLE Y 2 7/5PB	MA	Mista, Ma se desfaz em Pr e B, F e M	MD	MF	MP e Pe	Po, M e G	Ondulada	Difusa
B _{tg} ₂	77 - 95+	GLE Y 2 6/5PB	A com cascalho	Mista, Ma se desfaz em Pr e B, F e M	MD	MF	MP e Pe	Po, P M e G		
P 34 - "Latossolo Acinzentado" Distrófico										
A	0 - 20	10YR 3/3	A com cascalho	Mo, P M e G, BS e F, P, Gr	MdD	MF	MP e MPe	M, P M e G	Plana	Gradual
AB	20 - 44	10YR 3/4	A	Mo, P M e G, BS e Gr	MdD	Fr	MP e MPe	M, P M e G	Plana	Difusa
B _w ₁	44 - 75	10YR 3/2	A	Mo, P M e G, BS e Gr	MdD	Fr	MP e Pe	M, P M e G	Plana	Gradual
B _w ₂	75 - 150+	10YR 3/2	A	Mo, P M e G, BS	MdD	Fr	MP e MPe	M, P M e G		
Mosqueado do horizonte B _w ₂		com. peq. dist. 5YR 4/6								
P 35 - Latossolo Amarelo Distrófico típico										
A	0 - 24	7,5YR 3/1	A	F, P M G, BS e Gr	LD a M	Fr	P e Pe	M, P M e G	Plana	Gradual
AB	24 - 58	7,5YR 3/3	A	Mista, Ma porosa se desfaz em F, MP, Gr com alguns Mo, P M G, BS	LD a M	MF	MP e Pe	M, P M e G	Plana	Difusa
BA	58 - 77	7,5YR 4/4	A	Mista, Ma porosa se desfaz em F, MP, Gr com alguns Mo, P M G, BS	LD a M	MF	MP e Pe	M, P M e G	Plana	Difusa
B _w	77 - 150+	7,5YR 4/6	A	Mista, Ma porosa se desfaz em F, MP, Gr com alguns Mo, P M, BS	M	MF	P e Pe	M, P M e G		
P 36 - Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico típico										
A	0 - 29	5YR 3/2	MA	Mo, P M e G, BS e F, Gr	D a LD	LF a Fr	MP e MPe	M, P M e G	Plana	Gradual
BA	29 - 68	5YR 4/3	MA	F, MP, Gr e Mo, P M e G, BS	LD	Fr	MP e MPe	M, P M e G	Plana	Difusa
B _w ₁	68 - 121	5YR 4/4	MA	F, MP, Gr	M	MF	MP e Pe	M, P M e G	Plana	Gradual
B _w ₂	121 - 150+	5YR 4/6	MA	F, MP, Gr	M	MF	MP e Pe	M, P M e G		

¹ Cor úmida: GLEY 1 2,5/10Y - preto esverdeado, GLEY 2 4/10B - Cinzento-azulado-escuro, GLEY 2 7/5PB - Cinzento-azulado-claro, GLEY 2 6/5PB - Cinzento-azulado, 10YR 3/3 - Bruno-escuro, 10 YR 3/4 - Bruno-amarelado-escuro, 10 YR 3/2 - Bruno acinzentado muito escuro, 7,5 YR 3/1 - Cinzento muito escuro, 7,5 YR 3/3 - Bruno-escuro, 7,5 YR 4/4 - Bruno, 7,5 YR 4/6 - Bruno-forte, 5 YR 3/2 - Bruno-avermelhado-escuro, 5 YR 4/3, 5 YR 4/4 - Bruno-avermelhado, 5 YR 4/6 - Vermelho-amarelado; Mosqueado: comuns pequenos distintos; ² Textura: Muito Argilosa (MA), Argilosa (A); ³ Estrutura: Grau: Fracos (Fr), Moderados (Mo) e Fortes (F), Classe: Muito Pequenos (MP), Pequenos (P), Médios (M) e Grandes (G), Tipo: Maciça (Ma), Blocos Subangulares (BS), Blocos Angulares (BA), Granular (Gr); ⁴ Consistência: seca - Macia (M), Moderadamente dura (MdD), Ligeiramente dura (LD), Dura (D) e Muito dura (MD); úmida - Friável (Fr), Muito friável (MF) e Ligeiramente firme (LF); molhada - Plástica (P) e Muito plástica (MP), Pegajosa (Pe) e Muito pegajosa (MPe); ⁴ Porosidade: quantidade - Poucos (P), Comuns (C) e Muitos (M); Tamanho - Pequenos (P), Médios (Me) e Grandes (G).

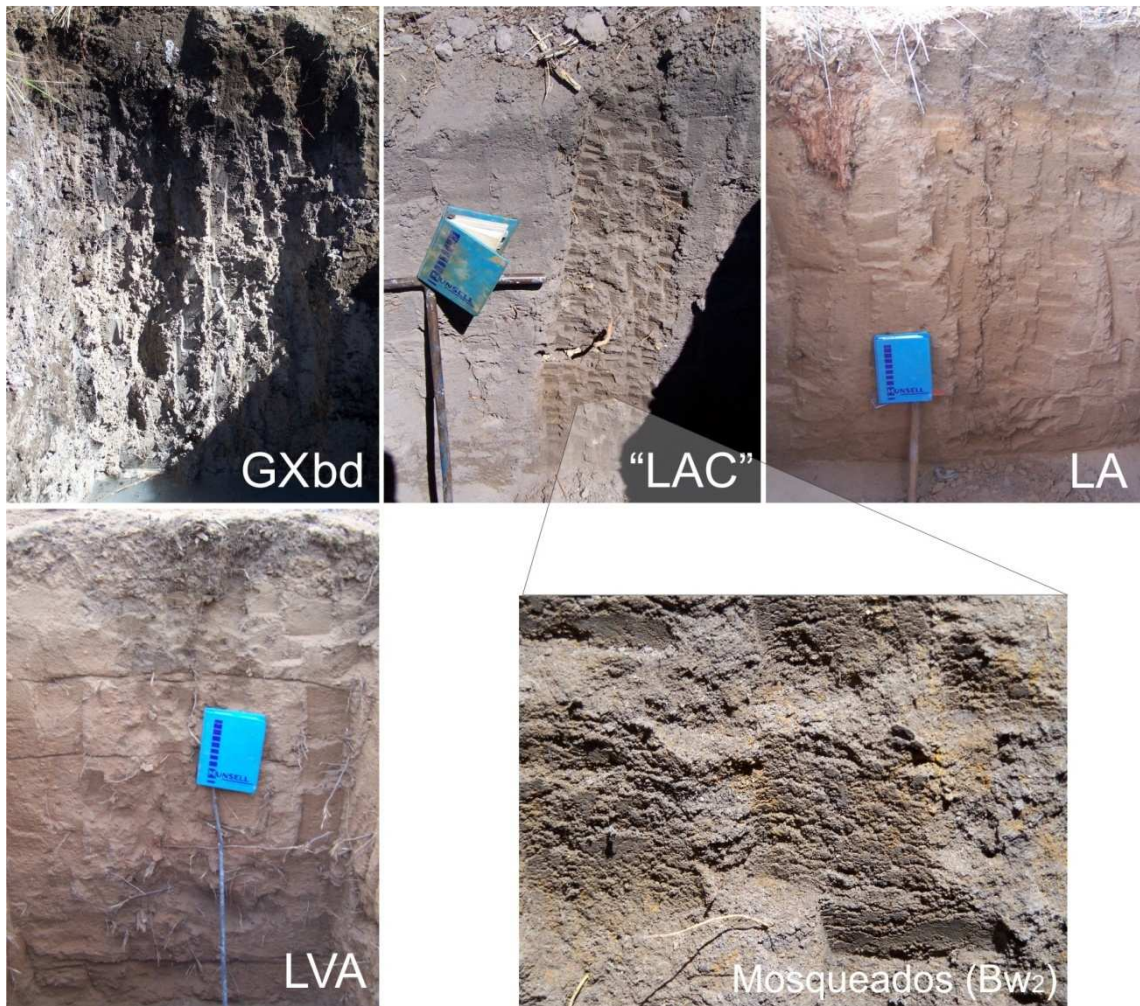


Figura 7. Perfis de solos da toposequência da Vereda Lagoa do Leandro.

O GXbd apresenta a sequência de horizontes A, BAg, Btg₁ e Btg₂ com cor úmida (Munsell) variando nos horizontes superficiais de preto esverdeado (GLEY 1 2,5/10Y) a cinzento azulado escuro (GLEY 2 4/10B) e nos horizontes Btg, de cinzento azulado claro (GLEY 2 7/5PB) a cinzento azulado (GLEY 2 6/5PB). A presença de ferro (II) quase sempre implica na coloração azulada ou esverdeada do perfil do solo (RESENDE et al., 2007).

A estrutura é predominantemente maciça que se desfaz em prismas e blocos fortes e moderados, exceto no horizonte A, onde os blocos angulares e subangulares são fracos a moderados e coexistem com agregados granulares. A textura ao longo do perfil é argilo-arenosa no horizonte A, muito argilosa no BAg e Btg₁ e argilosa com cascalho no Btg₂. A consistência (seca, úmida e molhada) no horizonte A é macia, friável, plástica e pegajosa, respectivamente. A porosidade é baixa na maioria dos horizontes e a transição entre horizontes é ondulada e abrupta na camada superficial, e ondulada e difusa ou gradual nas demais camadas. Os matizes acinzentados nos horizontes subsuperficiais indicam a ausência de ferro na forma oxidada,

mostrando que houve uma saturação sazonal de água no subsolo, que favoreceu o processo de hidromorfismo (BREEMEN e BUURMAN, 2002).

O “LAC” apresenta sequência de horizontes A, AB, Bw₁ e Bw₂. A cor úmida dos horizontes A e AB é bruno-escuro (10YR 3/3) e bruno-amarelado escuro (10YR 3/4), respectivamente. No horizonte Bw₁ e Bw₂, a cor do solo é bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2) com presença no Bw₂ de mosqueados vermelho-amarelados (5YR 4/6) comuns, pequenos e distintos (Figura 7). A textura é argilosa em todos os horizontes, e no horizonte A ocorrem fragmentos de quartzo do tamanho de cascalho. Há predomínio da estrutura em blocos subangulares moderado a fraco em todos os horizontes, com exceção do horizonte A, onde também ocorrem agregados granulares, fortes e pequenos. É comum a consistência moderadamente dura, friável e muito plástica e muito pegajosa, com exceção dos horizontes A (muito friável) e BA (muito plástica e pegajosa). A transição entre horizontes varia de plana e gradual a plana e difusa.

A ocorrência de mosqueados no horizonte Bw₂ indica que o perfil foi afetado pelo lençol freático da Vereda Lagoa do Leandro, provocando redução, migração, reoxidação e acumulação de Fe nos poros de raízes e/ou em poros sem conexão com a superfície e que apresentam ar aprisionado (BREEMEN e BUURMAN, 2002). Os mosqueados do Bw₂ não se enquadram como plintita por desfazerem totalmente quando imersos em água (WOOD e PERKINS, 1976; DANIELS et al., 1978).

De acordo com Bouma (1983), o regime hídrico do solo é indicado pelo fenômeno de mosqueamento e sua gênese está relacionada com períodos alternados de saturação por ação do lençol freático que promovem a formação de goethita e hematita e a oxidação dos compostos de ferro (THOMAS, 1994). As cores acinzentadas dos horizontes Bw e os mosqueados do horizonte Bw₂ do LAC são marcas do predomínio de um regime hídrico áquico, com saturação total de seus poros por água, durante uma fase de sua gênese.

No LA os horizontes A, AB, BA e Bw apresentam as cores úmidas cinzento muito escuro (7,5YR 3/1), bruno-escuro (7,5YR 3/3), bruno (7,5YR 4/4) e bruno-forte (7,5YR 4/6), respectivamente. A textura é predominantemente argilosa. A estrutura granular e em blocos subangulares e granulares moderados é comum ao longo do perfil. A consistência dos horizontes AB e BA é ligeiramente dura a macia, muito firme, muito plástica e pegajosa. No Bw é macia, muito friável, plástica e pegajosa.

O LVA apresenta uma sequência de horizontes A, BA, Bw₁ e Bw₂, com cor úmida variando de bruno-avermelhado escuro a vermelho-amarelado. A textura muito argilosa predomina ao longo do perfil. A consistência que predomina nos horizontes B é macia, muito

friável, muito plástica e pegajosa. A estrutura granular prevalece no perfil, ocorrendo também blocos subangulares moderados. Nesse ambiente ocorre uma boa drenagem que pode ser verificada pelos matizes avermelhados nos horizontes subsuperficiais desse solo.

A porosidade nos perfis “LAC”, LA e LVA é elevada e a transição entre seus horizontes é plana e gradual ou difusa.

Ao longo da paisagem percebe-se que os matizes do solo tornam-se acinzentados, amarelados e avermelhados da vereda/sopé para o topo, sendo as partes mais baixas da topossequência as mais influenciadas pelo lençol freático da microbacia da Vereda Lagoa do Leandro. Os matizes acinzentados no terço inferior da topossequência indicam que o “LAC” pode ter se desenvolvido em condições redutoras (RESENDE et al., 2002).

A variação das cores ao longo da vertente se deu pelas condições de aeração e drenagem em que os solos foram sujeitos em sua formação, indicando que solos vermelhos (hematita e goethita) ocorrem em ambientes bem drenados; solos amarelos, nas áreas suavemente inclinadas com drenagem moderada e solos acinzentados e mosqueados, no sopé mal drenado. Estudos de Peterschmitt et al. (1996) corroboram os resultados encontrados.

4.3 Atributos físicos dos solos da topossequência da Vereda Lagoa do Leandro

Os principais atributos físicos dos perfis estudados encontram-se na Tabela 2. Quanto à composição granulométrica, a fração argila é predominante em todos os solos estudados, com teores variando de 310 g kg⁻¹ a 710 g kg⁻¹. Assim, os perfis “LAC” e LA enquadram-se na classe textural argilosa e os GXbd e LVA na média/muito argilosa e muito argilosa, respectivamente, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). Esses resultados corroboram aqueles encontrados por Embrapa (1978) em ambientes de veredas, quando foram descritos solos de textura média e muito argilosa.

Nos solos estudados a fração areia é dominada por areia fina, exceto no LVA, onde a areia grossa é dominante (Tabela 2). O elevado teor de silte nos horizontes A e BAg de GXbd pode ser resultante do transporte de sedimentos trazidos das partes altas da paisagem. Já os baixos teores de silte no LVA (20 a 70 g kg⁻¹) e a baixa relação silte/argila (0,03 a 0,11) demonstram o avançado grau de intemperismo desse solo (EMBRAPA, 2006).

Tabela 2. Atributos físicos dos solos da topossequência da Vereda Lagoa do Leandro

Horizonte	Prof. cm	.....Areia.....			Silte	Argila	VTP %	Ds.....g cm ⁻³	Dp	Relação silte/argila
		Grossa	Fina	Total						
.....g kg ⁻¹										
Perfil 33 - Gleissolo Háplico Tb Distrófico argissólico										
A	0 - 20	110	210	320	370	310	74	0,56	2,11	1,19
BAg	20 - 36	40	70	110	180	710	56	1,14	2,56	0,25
Btg ₁	36 - 77	110	210	320	70	610	43	1,46	2,56	0,11
Btg ₂	77 - 140+	110	270	380	110	510	43	1,51	2,67	0,22
Perfil 34 – “Latossolo Acinzentado” Distrófico										
A	0 - 20	120	410	530	60	410	59	1,03	2,50	0,15
AB	20 - 44	90	380	470	120	410	54	1,17	2,56	0,29
Bw ₁	44 - 75	100	340	440	50	510	56	1,08	2,47	0,10
Bw ₂	75 - 150+	60	390	450	190	360	58	1,07	2,56	0,53
Perfil 35 - Latossolos Amarelo Distrófico típico										
A	0 - 24	80	280	360	130	510	56	1,14	2,56	0,25
AB	24 - 58	90	270	360	130	510	66	0,90	2,63	0,25
BA	58 - 102	90	260	350	190	460	66	0,90	2,63	0,41
Bw	102 - 150+	90	260	350	90	560	65	0,91	2,63	0,16
Perfil 36 - Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico típico										
A	0 - 29	260	60	320	70	610	55	1,15	2,56	0,11
AB	29 - 68	60	270	330	60	610	56	1,16	2,63	0,10
Bw ₁	68 - 121	210	50	260	30	710	56	1,14	2,60	0,04
Bw ₂	121 - 150+	220	60	280	20	700	68	0,86	2,67	0,03

Prof. = profundidade; VTP = volume total de poros; Ds = densidade do solo; Dp = densidade de partículas.

Ramos (2000) relaciona a contribuição de sedimentos transportados do topo da paisagem para o sopé com a variação textural encontrada em veredas. O mesmo autor, estudando veredas no Triângulo Mineiro, encontrou um aumento relativo de silte em direção ao terço inferior da paisagem e menores teores de argila nas camadas superficiais, corroborando os resultados encontrados na Vereda Lagoa do Leandro.

Os menores teores de argila na camada superficial dos solos do terço inferior das veredas podem ser parcialmente explicados pelo processo de ferrólise (BRINKMAN, 1970), constatado pelo maior teor de areia total no horizonte A em relação ao BAg do GXbd com gradiente textural. Na camada superficial a oscilação do lençol freático é mais intensa que nas camadas

subsuperficiais que permanecem saturadas com água, provocando ciclos de redução e oxidação do Fe. Portanto, a destruição dos argilominerais é mais frequente nos horizontes superficiais. Porém, o teor mais elevado de argila do GXbd foi encontrado no horizonte BAg (Tabela 2) e é mais de duas vezes maior do que o teor de argila do horizonte A, evidenciando argiluviação (RANST e CONINCK, 2002).

Os valores de densidade do solo (Ds) variam de 0,56 a 1,51 g cm⁻³ (Tabela 2). No GXbd, os horizontes BAg, Btg1 e Btg2 apresentam elevados valores de densidade do solo, o que pode estar relacionado à estrutura maciça (prismática). Resultados semelhantes foram confirmados por Ferreira (2008). Na camada superficial do GXbd, a baixa Ds (0,56 g cm⁻³) está relacionada com o teor mais elevado de matéria orgânica (Tabela 2). Nos demais solos os valores de Ds foram predominantemente próximos de 1,00 g cm⁻³, típico de latossolos (EMBRAPA, 2006).

A densidade de partículas (Dp) permanece praticamente constante ao longo da paisagem, variando de 2,50 a 2,67 g cm⁻³, com exceção do horizonte A do GXbd, que apresenta os teores mais elevados de matéria orgânica. A composição sólida do solo influencia na densidade de partículas, sendo a matéria orgânica e a mineralogia os principais fatores contribuintes (HILLEL, 1982). De acordo com Buckman e Brady (1976), a matéria orgânica diminui a densidade de partículas.

O Volume Total de Poros (VTP) dos latossolos variou de 54 a 68 % (Tabela 2), com média de 59,6%, comum em latossolos (EMBRAPA, 2006). No GXbd, o VTP variou de 43 a 74%, sendo o maior valor observado no horizonte A do GXbd, que apresenta menor Ds, devido ao elevado teor de matéria orgânica.

A relação silte/argila variou entre 0,29 e 0,03 nos latossolos, sendo esses valores típicos dessa ordem de solos (EMBRAPA, 2006). No GXbd, os valores oscilaram em função da composição granulométrica de seus horizontes.

4.4 Atributos químicos dos solos da topossequência da Vereda Lagoa do Leandro

Todos os solos estudados apresentam teores de matéria orgânica baixos a muito baixos, que decrescem ao longo do perfil, com exceção do horizonte A do GXbd, que apresenta teores medianos (Tabela 3). A oscilação do lençol freático influencia na taxa de decomposição da matéria orgânica, nos processos de ferrólise e na lixiviação no solo (BERG et al., 1978). As condições de drenagem em GXbd proporcionam maior acúmulo de matéria orgânica, uma vez

que a anaerobiose minimiza drasticamente a ação dos microrganismos decompositores, predominantemente aeróbicos (BREEMEN e BUURMAN, 2002).

Tabela 3. Atributos químicos dos solos da topossequência da Vereda Lagoa do Leandro

Hor.	M.O. g kg ⁻¹	.....pH.....		Δ pH	P mg kg ⁻¹	K	Ca	Mg	Al	H	S	t	T	m	V
		H ₂ O	KCl						.....cmolc kg ⁻¹%.....	
Perfil 33 - Gleissolo Háplico Tb Distrófico argissólico															
A	32,0	5,0	4,1	-0,9	5,2	0,01	0,3	0,1	1,5	0,7	0,4	1,9	2,6	79	15
B _{Ag}	5,0	4,6	3,7	-0,9	1,6	0,01	0,3	0,2	3,8	0,6	0,5	4,3	4,9	88	10
B _{tg₁}	1,0	4,8	3,7	-1,1	0,5	0,01	0,9	0,4	2,9	1,6	1,3	4,2	5,8	69	22
B _{tg₂}	2,0	4,8	3,7	-1,1	1,5	0,01	0,9	0,4	3,3	1,3	1,3	4,6	5,9	72	22
Perfil 34 – “Latossolo Acinzentado” Distrófico															
A	16,0	4,0	3,5	-0,5	9,9	0,02	0,9	0,1	4,2	0,3	1,0	5,2	5,5	81	18
AB	4,0	4,3	3,7	-0,6	2,6	0,01	0,8	0,5	3,5	1,0	1,3	4,8	5,8	73	22
B _{w₁}	2,0	4,4	3,7	-0,7	1,6	0,01	0,4	0,2	2,9	1,3	0,6	3,5	4,8	83	13
B _{w₂}	1,0	4,6	3,8	-0,8	0,7	0,01	0,5	0,2	3,0	1,2	0,7	3,7	4,9	81	14
Perfil 35 - Latossolo Amarelo Distrófico típico															
A	19,0	4,1	3,7	-0,4	3,3	0,06	0,9	0,4	3,2	1,2	1,3	4,5	5,7	71	23
AB	1,0	4,4	3,9	-0,5	0,4	0,01	0,6	0,3	1,6	1,1	0,9	2,5	3,6	64	25
BA	3,0	4,5	3,9	-0,6	0,2	0,01	0,5	0,3	1,7	1,0	0,8	2,5	3,5	68	23
B _w	1,0	4,5	3,9	-0,6	0,1	0,01	0,5	0,3	1,3	1,2	0,8	2,1	3,3	62	24
Perfil 36 - Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico típico															
A	10,0	4,4	3,8	-0,6	1,3	0,05	0,6	0,3	3,3	0,7	0,9	4,2	4,9	79	18
AB	3,0	4,5	3,9	-0,6	1,1	0,01	0,8	0,3	2,1	1,5	1,1	3,2	4,7	66	23
B _{w₁}	1,0	4,1	3,9	-0,2	0,1	0,01	0,9	0,4	2,1	1,1	1,3	3,4	4,5	62	29
B _{w₂}	1,0	4,2	4,0	-0,2	0,1	0,01	0,8	0,4	1,3	1,1	1,2	2,5	3,6	52	33

Hor. = Horizonte; M.O = Matéria orgânica; Δ pH = (pH KCl - pH H₂O); S = Soma de bases; t = CTC efetiva; T = CTC a pH 7,0; m = saturação de alumínio e V = saturação de bases

Os perfis apresentam valores de pH em água variando de 4,0 a 5,0 (Tabela 3), mostrando que são solos ácidos. No GXbd ocorre uma redução de pH em profundidade paralelamente ao aumento dos teores de Al. O aumento da acidez em profundidade é frequentemente observado em solos afetados por condições de alagamento, como demonstrado por Brinkman (1970) no processo de ferrólise. Esses resultados condizem com os encontrados por Anjos et al. (2007), Rego (1986) e Breemen (1988). Como demonstrado por Fageria et al. (1994), há uma correlação negativa com Al e pH no solo, pois com o aumento do pH diminuem os valores de Al.

Os valores de pH são mais elevados em GXbd em relação aos demais perfis, consequência das condições redutoras em que se encontra, favorecendo a elevação do pH (PONNAMPERUMA, 1972; LINDSAY, 1979).

A inundação promove modificações químicas e físicas no solo, devido aos processos de oxirredução e ausência de O₂ (SANTOS et al., 2002). Entre essas alterações está o aumento do pH nos solos ácidos (REDDY e PATRICK JR., 1975; OLIVIE-LAUQUET et al., 2001). A quantidade de óxido de ferro e o teor de matéria orgânica afeta o acréscimo do pH em solos ácidos após alagamento (YAMANE, 1978), isso pode ser observado no GXbd.

No “LAC” e LA, tem-se um aumento de pH juntamente com a diminuição dos teores de Al em profundidade, o que está relacionado ao Al trocável e à dissociação do H⁺ dos grupos carboxílicos da matéria orgânica. Com a diminuição do Al trocável e os baixos teores de matéria orgânica em profundidade ocorre uma elevação nos valores de pH. Esses dados corroboram os resultados encontrados por Rodrigues e Klamt (1978) e Ferreira (2008).

Os valores superiores de pH em água em relação àqueles obtidos em KCl indicam que nesses solos prevalecem cargas negativas, com predomínio de argilas silicatadas na mineralogia dos perfis. Resultados coerentes foram encontrados por Souza (2003) em estudos de solos inundados do Pantanal.

Os menores valores de P ocorrem principalmente nos horizontes subsuperficiais dos LA e LVA (0,1 e 0,2 mg kg⁻¹ - Tabela 3), podendo estar relacionados à adsorção específica do P na superfície dos óxidos de ferro do solo. Segundo Vahl (1999), o P é adsorvido pelos óxidos de ferro que alteram a liberação desse nutriente para a solução do solo conforme há redução de Fe e dissolução deste mineral. Os latossolos têm um elevado poder de adsorção de fósforo (LEAL, 1971; NOVAIS et al., 1991).

Os teores de Ca são normalmente mais elevados nos horizontes superficiais, exceto no GXbd onde as maiores concentrações estão geralmente nas camadas subsuperficiais (Tabela 3). Os cátions básicos (Ca, Mg e K) são afetados pelos processos de redução do ferro no solo, pois são deslocados dos sítios de trocas pelas formas reduzidas de ferro e manganês (VAHL, 1991) e também do H⁺.

Os teores de Ca e Mg no GXbd aumentaram 3, e 2 a 4 vezes em profundidade, respectivamente. Esse aumento está relacionado com a taxa de difusão do oxigênio nas camadas do solo e a atividade dos microrganismos redutores de ferro. O oxigênio pode ser encontrado nos primeiros centímetros da superfície do solo (SHU-ZHENG, 1985), mesmo que a difusão do O₂ seja 10.000 vezes mais lenta na água do que no ar (PONNAMPERUMA, 1972). Portanto, a saturação sazonal de água nas camadas subsuperficiais provoca um deslocamento do Ca e Mg

dos sítios de troca, aumentando os seus teores em profundidade, principalmente, se a drenagem for impedida.

No geral, os teores de K^+ na topossequência são muito baixos, variando de 0,01 a 0,06 $cmolc\ kg^{-1}$, sendo que na superfície dos perfis “LAC”, LA e LVA há valores relativamente maiores, possivelmente pela adubação do eucalipto no LVA, a lixiviação desse nutriente vertente abaixo e a ciclagem de nutrientes (Tabela 3).

Os valores de soma de bases (S) e CTC decrescem com a profundidade, juntamente com o decréscimo dos teores de matéria orgânica, nos perfis “LAC”, LA e LVA, provavelmente, pelo contínuo processo de ciclagem de nutrientes nos horizontes superficiais. Esses resultados corroboram aqueles obtidos por Oliveira (2007). Porém, no GXbd a tendência é inversa, uma vez que nos horizontes mais profundos e saturados com água os teores de Al, Ca e Mg são mais elevados e sinaliza que a mineralogia desse solo pode ser diferente da mineralogia dos latossolos situados nas posições mais altas da topossequência estudada.

Todos os solos estudados apresentam baixa saturação por bases ($V < 50\%$) nos horizontes diagnósticos subsuperficiais, demonstrando o caráter distrófico desses solos (EMBRAPA, 2006).

A saturação de bases (V%) varia de 10 a 33 %, e a saturação de alumínio (m%) varia de 62 a 88 %. Os maiores valores de V%, geralmente obtidos nas camadas subsuperficiais, devido à lixiviação dos nutrientes e à saturação de alumínio é maior nas camadas em que se tem maiores teores de matéria orgânica (INDA JUNIOR et al., 2007), com exceção do GXbd, uma vez que, segundo esses autores, formam-se complexos organo-metálicos com o Al, minimizando a taxa de decomposição da matéria orgânica.

Os teores totais de óxidos de Si variaram de 143,0 a 345,5 $g\ kg^{-1}$, sendo mais baixo no “LAC”. Os teores totais de óxidos de Al oscilaram de 132,25 a 254,95 $g\ kg^{-1}$ e diminuíram na seguinte sequência: LVA>LA>GXbd>“LAC”. Os teores totais de óxidos de Fe variaram de 5,80 a 39,20 $g\ kg^{-1}$ e diminuíram vertente abaixo, na seguinte ordem decrescente: LVA>LA>“LAC” \geq GXbd (Tabela 4). A diminuição dos teores totais de óxidos de Fe vertente abaixo está relacionada com os impedimentos à drenagem, pretéritos ou atuais (FERREIRA, 2008; BREEMEN e BUURMAN, 2002). Os teores totais de óxidos de Ti variaram de 1,95 a 3,40 $g\ kg^{-1}$, sendo mais elevado em GXbd. Nos latossolos esses teores encontram-se próximos a 2,00 $g\ kg^{-1}$. Os teores totais de óxidos de Mn variaram de 30,5 a 60,0 $g\ kg^{-1}$ e também diminuíram encosta abaixo, devido à má drenagem em uma fase de sua gênese, na seguinte sequência: LVA \geq LA>“LAC”> GXbd (Tabela 4).

Tabela 4. Teores de óxidos totais provenientes do ataque sulfúrico, índices Ki e Kr e relação Fe₂O₃/TiO₂ dos solos da topossequência

Horizonte	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	Ki	Kr	Fe ₂ O ₃ /TiO ₂
	.....g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹			
Perfil 33 - Gleissolo Háptico Tb Distrófico argissólico								
A	155,50	160,40	5,80	1,95	30,50	1,65	1,61	2,97
BAg	345,50	294,25	11,50	3,40	35,50	1,99	1,94	3,38
Btg ₁	212,50	197,05	8,30	3,05	40,00	1,83	1,78	2,72
Btg ₂	201,00	189,60	8,05	2,55	37,00	1,80	1,75	3,16
Perfil 34 – “Latossolo Acinzentado” Distrófico								
A	143,00	132,25	7,40	2,00	43,50	1,83	1,77	3,70
AB	147,00	155,60	8,30	1,95	40,00	1,60	1,55	4,26
Bw ₁	163,00	169,40	9,40	1,95	48,00	1,63	1,58	4,82
Bw ₂	150,50	167,85	8,50	1,95	42,00	1,52	1,47	4,36
Mosqueado do horizonte Bw ₂	151,00	175,25	12,15	2,00	42,00	1,46	1,40	6,08
Perfil 35 - Latossolo Amarelo Distrófico típico								
A	149,00	209,80	24,45	1,95	48,00	1,21	1,12	12,54
AB	191,00	228,95	29,10	2,05	60,00	1,42	1,31	14,20
BA	197,50	218,85	24,90	2,00	55,00	1,53	1,43	12,45
Bw	248,00	247,00	31,55	2,05	59,50	1,70	1,58	15,39
Perfil 36 - Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico típico								
A	170,50	232,35	35,60	2,15	59,50	1,25	1,13	16,56
BA	220,50	243,55	38,00	2,25	56,50	1,54	1,40	16,89
Bw ₁	211,50	251,20	37,80	2,20	58,00	1,43	1,30	17,18
Bw ₂	199,50	254,95	39,20	2,15	58,50	1,33	1,21	18,23

$$^1 \text{Ki} = [(\% \text{SiO}_2 \times 1,697)/\% \text{Al}_2\text{O}_3] \text{ e } ^2 \text{Kr} = (\% \text{SiO}_2 \times 1,697)/[(\% \text{Al}_2\text{O}_3) + (\% \text{Fe}_2\text{O}_3 \times 0,64)]$$

Os índices de Ki do “LAC”, LA e LVA foram relativamente baixos, variando de 1,21 a 1,83 (Tabela 4), permitindo o enquadramento desses perfis na classe dos Latossolos (Ki < 2,2). Todos os perfis estudados apresentam valores de Ki e Kr maiores que 0,75, sugerindo a mineralogia caulinítica da fração argila (EMBRAPA, 2006).

Nas condições de pH desses perfis estudados, a solubilidade do Al diminui da mesma forma que o Si, havendo maiores concentrações desses elementos no topo (BOHN et al., 1985; DREES et al., 1989); apesar de sofrerem dessilicatização pouco intensa (natureza caulinítica), tem-se a presença de gibbsita na mineralogia da fração argila no LA e LVA. Portanto, nesses ambientes ocorre a recombinação do Si com Al e cátions básicos afetando a formação de minerais de argila (FURQUIM, 2007), corroborando estudos de Hsu (1989).

O “LAC” apresentou os mais baixos valores de SiO₂ assim como de Al₂O₃, mostrando que houve uma intensa dessilicatização nesse perfil, que é típico do intemperismo ferralítico

(RODRIGUES e KLAMT, 1978; BREEMEN e BUURMAN, 2002). Em profundidade encontram-se os maiores valores de Si e Al carregados pela lixiviação para as camadas inferiores.

À medida que as condições de drenagem ficam piores, os teores de Fe_2O_3 diminuem devido ao processo de redução em ambientes hidromórficos (BREEMEN e BUURMAN, 2002). No “LAC” encontram-se baixos teores de Fe_2O_3 indicando a ocorrência no passado de condições redutoras, que proporcionaram a remoção desses compostos ou concentrações na forma de mosqueados (Figura 7); as cores acinzentadas e a relação $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ são indícios que evidenciam esse hidromorfismo.

A relação $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ serve para verificar os efeitos de drenagem na coloração de latossolos; sendo os valores dessa relação proporcionais às condições de drenagem (ALLEONI e CAMARGO, 1994; OLIVEIRA et al., 1991), ou seja, quanto maior a relação, melhor serão essas condições. Assim, o LVA e o LA apresentam drenagem mais eficiente entre os solos estudados, uma vez que a relação $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ desses solos é de 4 a 6 vezes maior que a do GXbd que, por sua vez, apresenta valores para próximos àqueles obtidos para o “LAC” (Tabela 4).

Os teores de SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 e MnO não variaram significativamente nos mosqueados em relação ao horizonte em que se encontram (Bw_2). Já os teores de Fe_2O_3 dos mosqueados no “LAC” são cerca de 50% superiores àqueles encontrados no Bw_2 (Tabela 4), evidenciando reações de oxirredução desse elemento.

Assim como os óxidos de ferro, os teores de MnO decrescem ao longo da vertente (Tabela 4), pois os íons de ferro e manganês têm comportamento químico e geoquímico semelhante. Porém, os baixos valores de MnO podem ser explicados pela característica de sua redução preceder a do Fe_2O_3 , conforme Breemen e Buurman (2002).

Os teores de TiO_2 pouco variam em todos os perfis estudados, em virtude de serem bem mais resistentes aos processos de oxirredução, e conseqüente remoção, que os óxidos de ferro (OLIVEIRA et al., 1991).

Os teores de Fe, Si e Al cristalinos e amorfos extraídos respectivamente por DCB e por OAA são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Teores de Fe, Al e Mn provenientes dos extratos OAA e DCB e suas relações nos solos da topossequência da Vereda Lagoa do Leandro

Horizonte	.....Oxalato.....			.....DCB.....			Fe _o /Fe _d ¹	Al _o /Al _d ²
	Al	Fe	Mn	Al	Fe	Mn		
	.....g kg ⁻¹.....	.....g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	.....g kg ⁻¹.....	.....g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹		
Perfil 33 - Gleissolo Háplico Tb Distrófico argissólico								
A	12,82	1,27	12,00	13,18	1,48	25,00	0,86	0,97
BAg	3,03	0,26	8,00	3,59	0,34	32,50	0,79	0,84
Btg ₁	1,44	0,10	12,00	2,98	0,08	40,00	1,26	0,48
Btg ₂	1,24	0,07	9,00	2,69	0,08	40,00	0,92	0,46
Perfil 34 – “Latossolo Acinzentado” Distrófico								
A	2,27	0,90	11,00	3,50	1,74	32,50	0,52	0,65
AB	1,96	0,92	10,00	3,44	1,76	45,00	0,52	0,57
Bw ₁	1,93	0,69	10,00	4,44	1,69	40,00	0,41	0,44
Bw ₂	2,55	0,75	7,00	3,92	1,75	52,50	0,43	0,65
Perfil 35 - Latossolo Amarelo Distrófico típico								
A	3,19	1,31	13,00	5,93	10,84	52,50	0,12	0,54
AB	2,11	1,07	9,00	6,90	12,38	52,50	0,09	0,31
BA	2,19	1,09	13,00	6,41	11,82	50,00	0,09	0,34
Bw	2,80	0,92	13,00	6,58	12,57	62,50	0,07	0,43
Perfil 36 - Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico típico								
A	2,37	0,93	11,00	6,75	12,16	62,50	0,08	0,35
AB	2,35	1,01	12,00	5,97	13,19	65,00	0,08	0,39
Bw ₁	2,75	1,06	11,00	6,27	15,21	62,50	0,07	0,44
Bw ₂	2,88	0,90	11,00	5,97	15,05	57,50	0,06	0,48

¹ Fe₂O₃ pelo oxalato/ Fe₂O₃ pelo DCB e ² Al₂O₃ pelo oxalato/ Al₂O₃ pelo DCB

Os teores de Fe_o variaram de 0,07 a 1,31g kg⁻¹, sendo mais elevado no horizonte A do GXbd e do LA e mais baixo nos horizontes Btg, seguido do horizonte Bw₂ do “LAC”. Os teores de Fe_o são mais elevados nos solos amarelos e vermelho-amarelos (LA e LVA), de melhor drenagem e mais baixos nos solos acinzentados (“LAC” e GXbd). Os teores de Fe_d oscilaram entre 0,08 e 15,21g kg⁻¹ e os menores teores são encontrados no GXbd, diminuindo em profundidade. O horizonte Bw₁ de LVA apresenta o maior teor de Fe_d e os horizontes Btg apresentam os menores teores. No geral, os teores de Fe_d diminuem na seguinte sequência: LVA>LA>>>“LAC”>>>GXbd. A relação Fe_o/Fe_d diminui na seguinte ordem: GXbd>”LAC”>>>LA>LVA (Tabela 5).

No geral, todos os solos apresentam baixos teores de Fe_d, sendo ainda menores no GXbd e “LAC”, provavelmente, pelo intenso processo de desferrificação promovido pelas más condições de drenagem pretéritas e/ou atuais e pela pobreza do material de origem nesse

elemento. O ambiente redutor dificulta a cristalização de óxidos de ferro (SCHWERTMANN, 1985), conforme verificado nos horizontes Btg do GXbd (Tabela 5).

No geral, o grau de cristalinidade do Fe_2O_3 aumenta com a profundidade do solo e diminui ao longo da topossequência (Tabela 5), corroborando trabalhos de Demattê et al. (1994), Andrade et al. (1997) e Ferreira (2008).

A relação Fe_o/Fe_d revelou predomínio de formas de ferro de melhor cristalinidade nos LA e LVA e de menor cristalinidade nos “LAC” e GXbd constatada pela relação $\text{Fe}_o/\text{Fe}_d > 0,07$ (TORRENT et al., 1980; GUALBERTO et al., 1987; MELO et al., 2001). A razão para a maior relação Fe_o/Fe_d no GXbd é a redução do ferro, diminuindo o seu grau de cristalinidade (BREEMEN, 1988) e incrementando nas formas de menor cristalinidade (SCHWERTMANN, 1985).

Os teores de Al_o variaram de 1,24 a 12,82 g kg^{-1} , sendo mais elevados no horizonte A e mais baixos nos Btg do GXbd. Em todos os perfis, o teor de Al_o foi mais elevado no horizonte A, possivelmente, pela formação de complexos com as substâncias húmicas e sua imobilização com o aumento do pH (BREEMEN e BUURMAN, 2002). O horizonte Bw_1 de “LAC” apresenta o menor teor de Al_o entre os Bw. Os teores de Al_d variam de 2,69 a 13,18 g kg^{-1} , são mais elevados no horizonte A e mais baixos nos Btg de GXbd.

Os teores de Al_o entre os horizontes diagnósticos subsuperficiais dos solos da topossequência estudada diminuem na seguinte sequência: LVA>LA>“LAC”>GXbd. Os teores de Al_d entre os horizontes diagnósticos subsuperficiais dos solos da topossequência estudada diminuem na seguinte sequência: LA>LVA>“LAC”>GXbd. A relação Al_o/Al_d diminui na seguinte ordem: GXbd>“LAC”>>LA>LVA (Tabela 5).

Nos horizontes diagnósticos dos LA e LVA, a relação Al_o/Al_d indica que predominam formas cristalinas de Al conforme Alleoni e Camargo (1994), ao contrário dos GXbd e “LAC”, nos quais os elevados valores dessa relação indicam predomínio de formas amorfas (ANDRADE et al., 1997).

As relações Fe_o/Fe_d e Al_o/Al_d tiveram comportamento semelhante ao longo da paisagem indicando que as formas de melhor cristalinidade destes compostos ocorrem nas partes mais elevadas da vertente.

Os teores de Mn_o oscilam de 7 a 13 mg kg^{-1} e são mais elevados nos horizontes A. Nos horizontes B dos solos da topossequência, seus teores se equivalem, mas o menor valor absoluto é encontrado em Bw_2 de “LAC”. Os teores de Mn_d situam-se entre 25 e 65 mg kg^{-1} e diminuem vertente abaixo (Tabela 5).

4.5 Atributos mineralógicos dos solos da topossequência da Vereda Lagoa do Leandro

De acordo com os difratogramas de raios-X - DRX obtidos (Figura 8, 9, 10 e 11), a assembléia mineralógica da fração argila em todos os solos estudados é constituída principalmente por caulinita (K), além de ocorrer óxido de titânio (Anatásio - An), este último frequentemente observado em regiões de domínio de latossolos (CURI e FRANZMEIER, 1984). Goethita (Gh) e gibbsita (Gb) estão presentes em LA e LVA (Figura 10 e 11). Na amostra referente ao horizonte Btg₂ de GXbd identificou-se ilita (I) e também foi identificado um pico de difração com baixa intensidade relativo ao espaçamento basal da vermiculita (V) conforme Figura 8.

A caulinita foi identificada pela presença dos picos de difração relativos aos espaçamentos basais em 0,724, 0,357 e 0,450 nm, os quais colapsaram após aquecimento a 550° C (Figura 8 a 11). O aquecimento da amostra a 550° C permite a destruição dos hidróxidos de Al e o colapso deste mineral (WHITTIG e ALLARDICE, 1986). A presença dos picos de difração de 1,00, 0,50 e 0,33 nm possibilitou a identificação da ilita (Figura 8). O anatásio foi identificado através do pico de difração em 0,351 nm, o qual fica mais nítido após aquecimento a 550° C e na amostra de concentrado de óxido (Figura 8 a 11). A vermiculita encontrada em GXbd foi identificada pelo fraco pico de difração a 1,4 nm que não apresentou deslocamento após tratamento com glicerol e colapsou após a aquecimento a 550° C (Figura 8). Os picos de difração em 0,483 e 0,437 nm referem-se à presença de gibbsita, e a goethita foi identificada através dos picos de difração em 0,418 e 0,269 nm, os quais colapsaram após tratamento térmico a 350° C (Figura 10 e 11).

A assembléia mineralógica mostra-se condizente com os resultados obtidos das análises químicas. No horizonte Btg₂ do GXbd, apesar de tratar-se de um solo hidromórfico, cujo ambiente geoquímico é favorável à formação de minerais 2:1, foi encontrado essencialmente caulinita, com ocorrência de ilita, e apenas traços de vermiculita. Conforme Moniz e Buol (1982), citado por Ramos (2000), a ocorrência de traços de vermiculita nos solos alagados da vereda pode ser explicada pela estagnação da água que provoca um intemperismo menos intenso e a neoformação desses minerais influenciados pela sílica e bases. Essa assembléia está de acordo com os valores de $K_i < 2,0$ e $pH < 5,0$ representados na Tabela 3 e 4.

Os horizontes Bw de LA e LVA são constituídos essencialmente de caulinita, goethita e gibbsita, argilominerais típicos de solos formados pelo intenso intemperismo e sob excelentes condições de drenagem. Esses resultados são apoiados pelos baixos valores de K_i (Tabela 4) e

baixa relação Fe_o/Fe_d (Tabela 5). No “LAC” não foram identificados óxidos de ferro, o que é consubstanciado pelos baixos teores de Fe_o e Fe_d e pela relação Fe_o/Fe_d , muito mais elevada do que em LA e LVA e mais baixa que em GXbd (Tabela 5). Conforme sugere Kämpf e Schwertmann (1983b), a maior umidade e os baixos valores de pH nos perfis LA e LVA propiciam a formação de goethita (hidratada) em vez da hematita (desidratada). Ferreira (2008) também não identificou óxidos de Fe num perfil de “Latosolo Acinzentado” do Alto Jequitinhonha.

Vários autores relatam a presença de caulinita, gibbsita e goethita em solos com avançado grau de intemperismo, que ocupam as partes altas de uma topossequência (RESENDE, 1980; CURI e FRANZMEIER, 1987), como pode ser verificado na mineralogia dos LA e LVA.

Os intensos ciclos de umedecimento e secagem promovem o movimento do K^+ para as entrecamadas da vermiculita. O ritmo desse processo é muito lento e pode ter ocorrido durante o Quaternário (THOMPSON e UKRAINCZYK, 2002). Assim, a vermiculita pode ter sido originada em condições pretéritas mais secas que podem ter ocorrido no GXbd ou herdada do material de origem pelo fato de as rochas, pertencentes ao Grupo Macaúbas na região, terem alguns minerais que possuem K^+ .

Algumas contingências pedológicas como o grau de lixiviação e a intemperização apontam que houve uma alteração do clima, sugerindo que no passado, as condições climáticas eram bem mais secas do que a atual (RESENDE, 1976). O retalhamento da paisagem talvez fosse facilitado pelo processo de ferrólise (BRINKMAN, 1970) ou pela erosão eólica num clima seco. Isso talvez explique a gênese da ilita e os traços de vermiculita compondo a mineralogia do GXbd, já que a formação da ilita ocorre sob condições de maior evaporação (períodos secos) e em ambientes sedimentares (THOMPSON e UKRAINCZYK, 2002) ou, talvez, esses minerais da fração argila podem ter sido herdados do material de origem (micaxistos).

A presença de minerais 2:1 nas partes baixas da vertente também foi encontrada por Melo (1992) ocorrendo em pequenas proporções, já que o material mineral de constituição desses solos podem ter sido transportados de sedimentos altamente intemperizados dos latossolos do topo da topossequência.

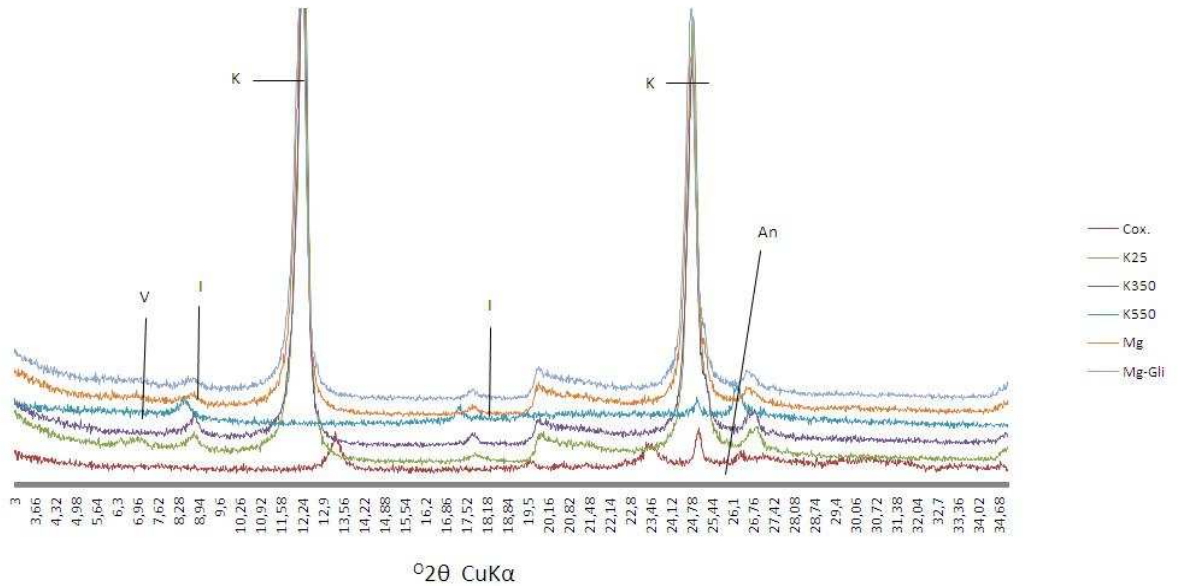


Figura 8. Difratogramas de raios-X da fração argila desferrificada do horizonte Btg₂ do Gleissolo Háplico, onde K - Caulinita, I - Ilita, An - Anatásio e V - Vermiculita (traços).

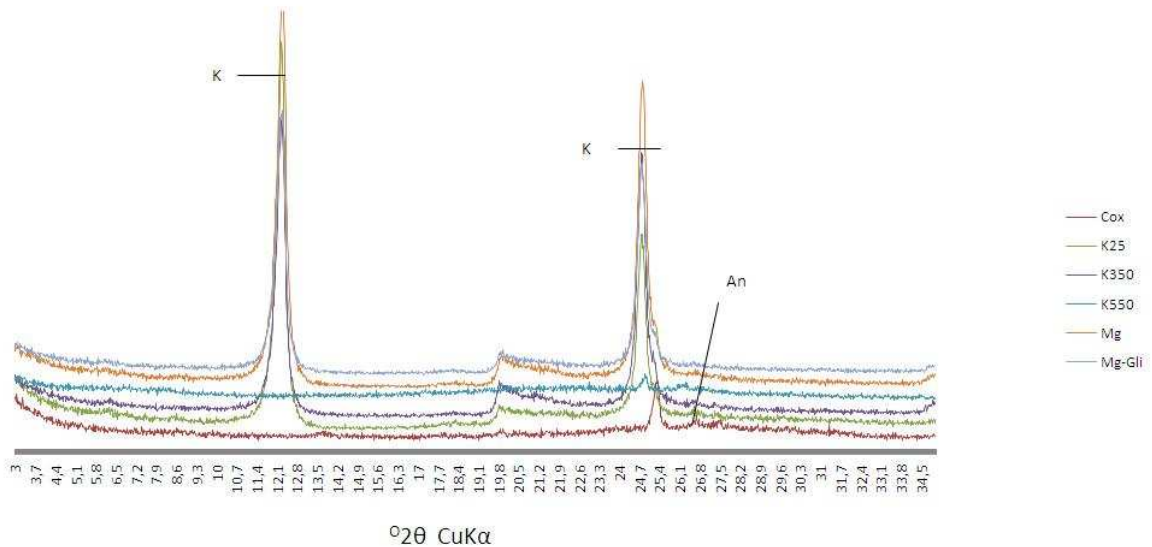


Figura 9. Difratogramas de raios-X da fração argila desferrificada do horizonte Bw₂ do “Latossolo Acinzentado”, onde K - Caulinita e An - Anatásio.

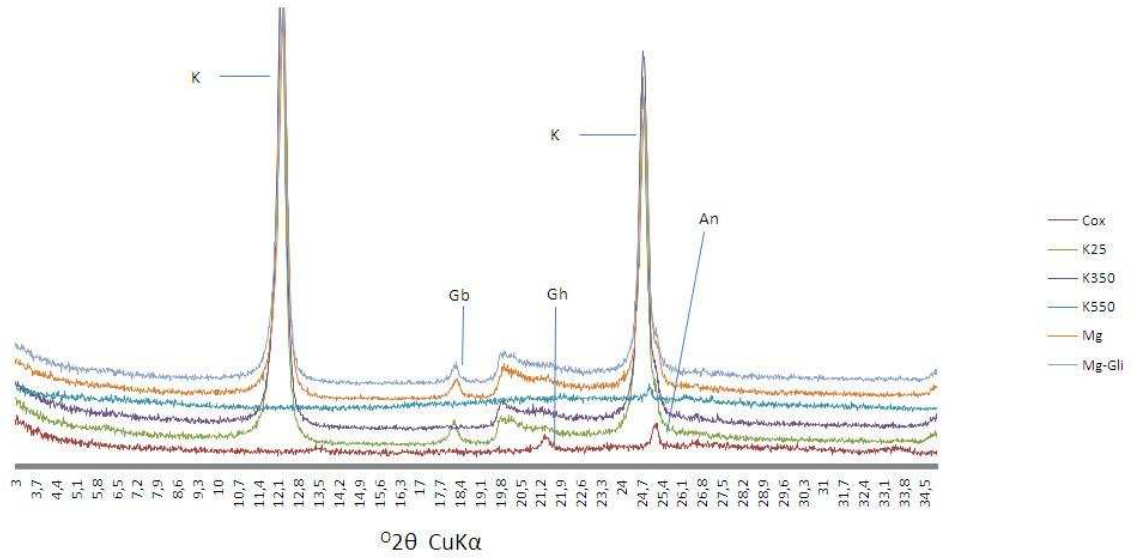


Figura 10. Difratogramas de raios-X da fração argila desferrificada do horizonte Bw do Latossolo Amarelo, onde K - Caulinita, Gb - Gibbsita, Gh - Goethita e An - Anatásio.

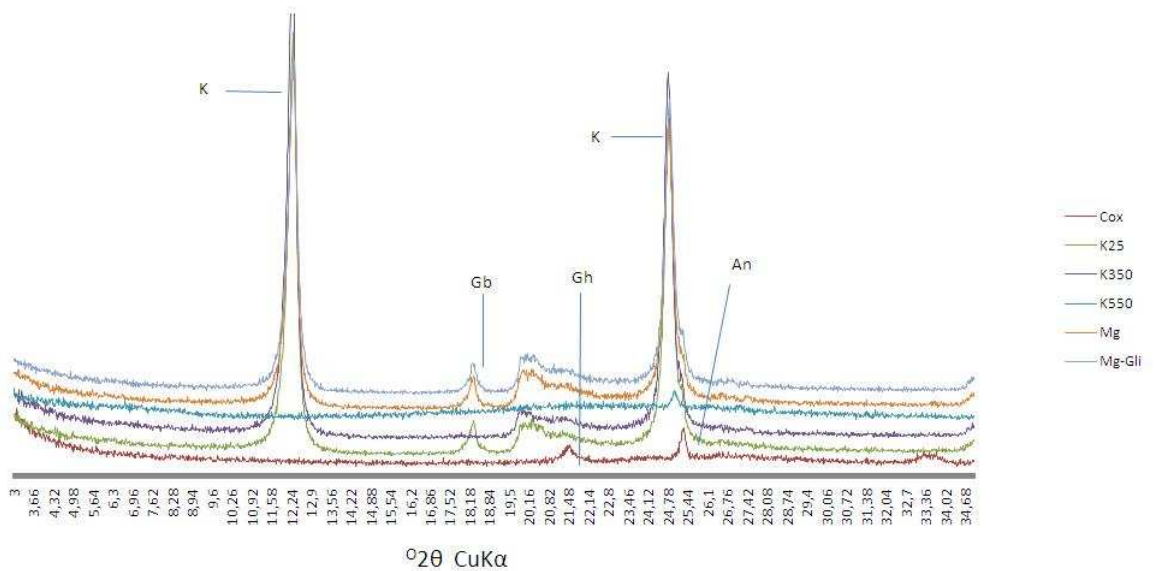


Figura 11. Difratogramas de raios-X da fração argila desferrificada do horizonte Bw₂ do Latossolo Vermelho Amarelo, onde K - Caulinita, Gb - Gibbsita, Gh - Goethita e An - Anatásio.

4.6 Atributos micromorfológicos dos solos da topossequência da Vereda Lagoa do Leandro

As descrições sistemáticas da micromorfologia dos solos estudados estão apresentadas na Tabela 6 e 7. A realização da descrição seguiu a metodologia proposta por Bullock et al. (1985).

- **GXbd**

O horizonte A mostra-se bastante homogêneo com uma única zona de trama pórfiro-enaúlica. Apresenta a microestrutura em blocos subangulares, prismática e microgranular conforme Figura 12a; o plasma é isótico de cor preto-avermelhado provavelmente pela presença de matéria orgânica. A porosidade interagregados de empilhamento/empacotamento dominante, tendo também cavidades biológicas preenchidas, canais e microfissuras (Figura 12c, 12d e 12e). Verificam-se algumas feições pedológicas como ortotúbulos preenchidos por quartzo, matéria orgânica e microagregados e pedotúbulos sem preenchimento. Também ocorrem muitas raízes ao longo desse horizonte conforme pode se observar na Figura 12b.

O horizonte Btg2 apresenta-se muito homogêneo, identificando-se uma zona bastante adensada. Esta zona densa de trama porfírica possui uma microestrutura de agregados poliédricos subangulares (blocos subangulares) e prismática; o plasma é isótico (acinzentado) e a porosidade cavitária é dominante (interagregados) tendo também câmaras e microfissuras. A microestrutura prismática é característica desses solos (Gleissolos). Observa-se a presença de ferri-argilãs de iluviação, assim como de cutãs (Figura 12f) compostos por argila iluviada e pedotúbulos sem preenchimentos em poucas quantidades. Esses cutãs e ferri-argilãs evidenciam a ocorrência de argiluviação em GXbd, conforme proposto por Ransst e Coninck, (2002) e contribuem para explicar o elevado gradiente textural B/A observado nesse solos (Tabela 2). Esse tipo de horizonte diagnóstico, normalmente quando de textura argilosa, apresenta estrutura em blocos ou prismática composta de blocos (OLIVEIRA et al., 1992).

Segundo Cooper e Vidal-Torrado (2000), os principais processos na formação de horizontes B textural são a translocação e deposição de argila na porosidade na forma de cutãs de iluviação. Fedoroff e Eswaran (1985) também apontam os cutãs de iluviação como a principal característica para a classificação horizonte B textural.

De acordo com Buol et al. (1980), Vidal-Torrado e Lepsch (1993), Lepsch e Buol (1974), Birkeland (1984) e Breemen e Buurman (2002), um dos principais processos de diferenciação textural em perfis de solo é o movimento de argila em suspensão, de horizontes superficiais para horizontes subsuperficiais. Para que argilas migrem perfil abaixo é necessário que os agregados se rompam pela entrada repentina de água em seus poros, provocando a explosão dos agregados pela saída do ar de seus poros. Esse rompimento é favorecido em climas de forte sazonalidade, com períodos secos bem pronunciados, de maneira que o solo fique totalmente seco e que, no curto período úmido, as chuvas sejam de elevada intensidade e saturem rapidamente o solo, “explodindo” os agregados. Dessa forma, a argiluviação verificada no GXbd constitui-se em uma forte evidência de clima com estação seca pronunciada no passado e chuvas torrenciais no início do curto período úmido (BREEMEN e BUURMAN, 2002) na região da Vereda Lagoa do Leandro, que foi preservada uma vez que a mudança para clima mais úmido provocou a elevação do lençol freático nesse solo, minimizando a atividade biológica na homogeneização do perfil. No LVA e LA, as boas condições de drenagem favoreceram a homogeneização do perfil pela fauna do solo. No “LAC”, a dissecação da paisagem favoreceu a melhoria de suas condições de drenagem e a fauna do solo homogeneizou seu perfil.

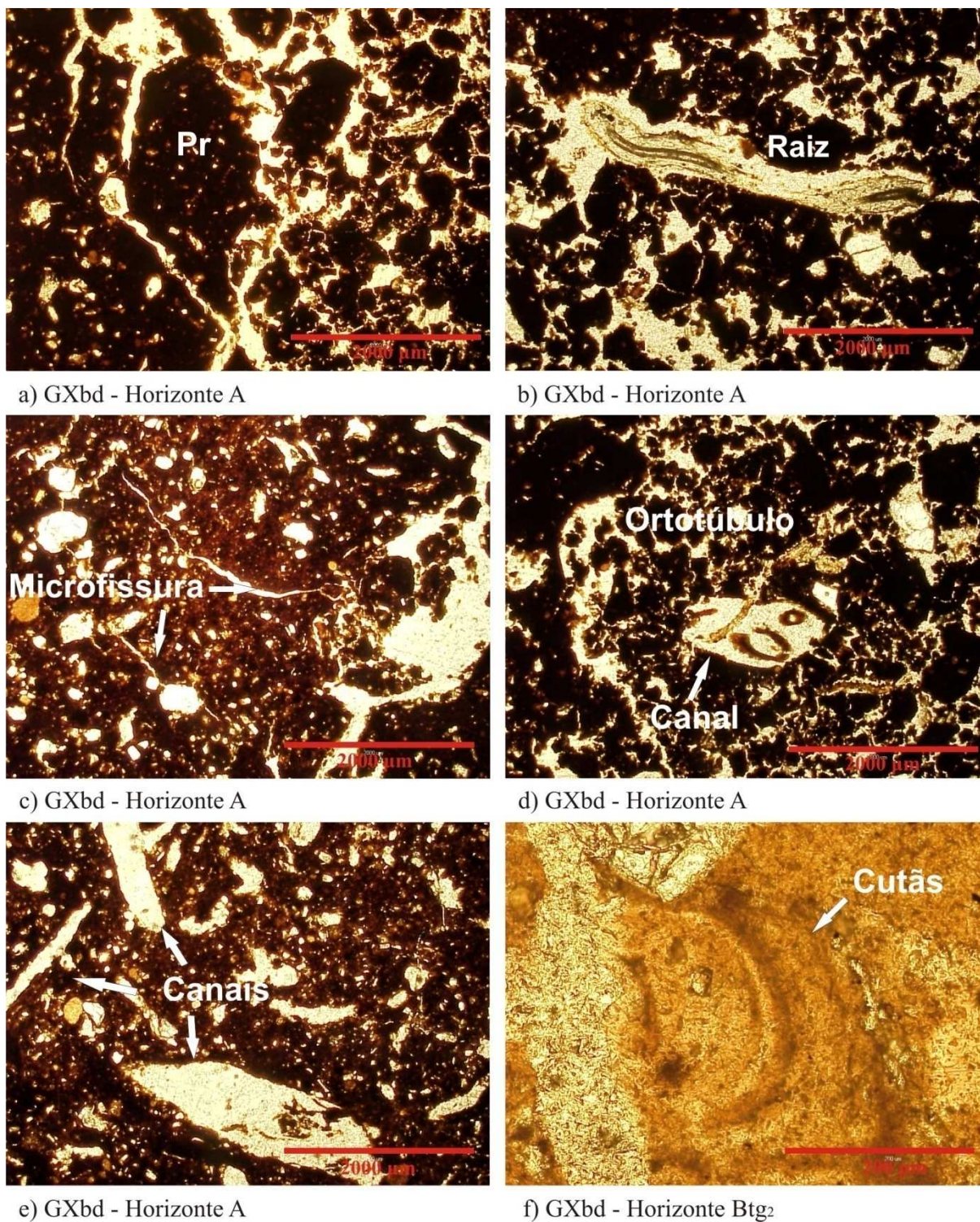


Figura 12. Fotomicrografias dos horizontes do GXbd: (a) horizonte A do GXbd com microestrutura prismática (Pr); (b) trama pórfiro-enaúlica e raízes no horizonte A; (c) Presença de microfissuras no horizonte A do GXbd; (d) O GXbd no horizonte A com ortotúbulos preenchidos, canais e raízes; (e) distribuição dos canais no horizonte A; (f) Cutãs de iluviação no horizonte Btg₂ do GXbd. As fotomicrografias *a, b, c, d, e, f* estão sob luz normal.

- “LAC”

O horizonte Bw₂ é homogêneo com uma única zona de trama pórfiro-enaúlica (Figura 13d). Esta zona é composta predominantemente por uma microestrutura microgranular adensada com subestrutura granular. A porosidade interagregados é representada por cavidades e câmaras (Figura 13e) e o plasma é isótico vermelho-escuro. Observa-se a presença de ortotúbulos preenchidos com compostos de ferro (Figura 13c) e também alguns nódulos de ferro arredondados alongados, na região dos mosqueados. A presença de fragmentos de carvão também é constante nesse horizonte (Figura 13a e 13b), evidenciando que a cobertura vegetal desse solo esteve e está sujeita a incêndios, provocando principalmente a carbonização de raízes. Esses incêndios só podem ter ocorrido após a dissecação da paisagem com consequente melhoria das condições de drenagem. A microestrutura microgranular sugere a ação da fauna e demonstra o caráter latossólico nesse horizonte. Descrições semelhantes foram apresentadas por Ferreira (2008) para um “Latosolo Acinzentado” na região de Itamarandiba (MG).

A microestrutura granular designada por Bullock et al. (1985) é observada nesse perfil e indica uma estrutura típica de latossolos, principalmente nos mais intemperizados (BUOL e ESWARAN, 1978). Outra característica desses solos é o plasma isótico denominado por BREWER (1976).

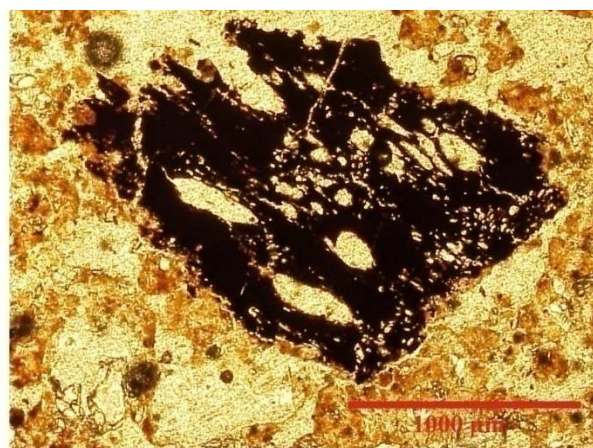
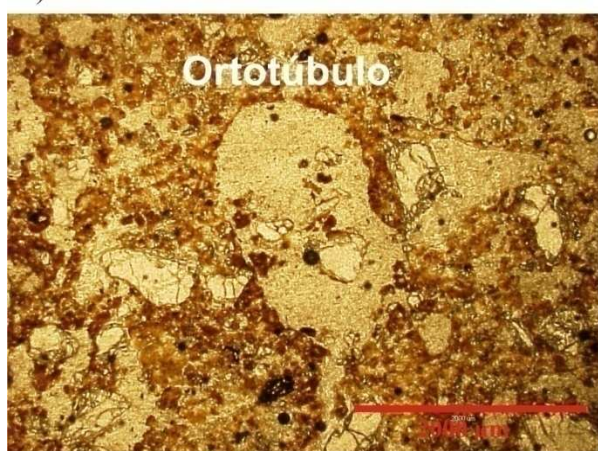
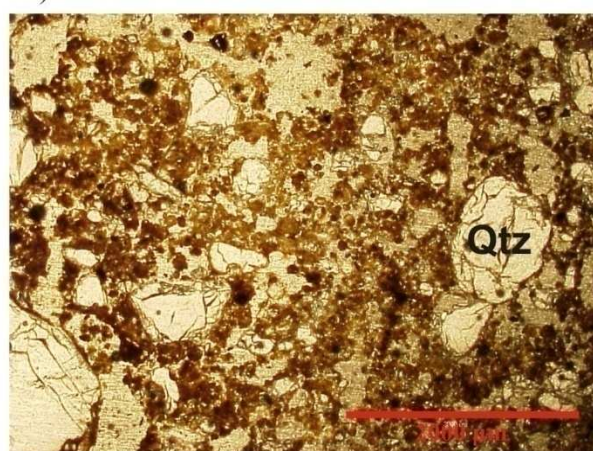
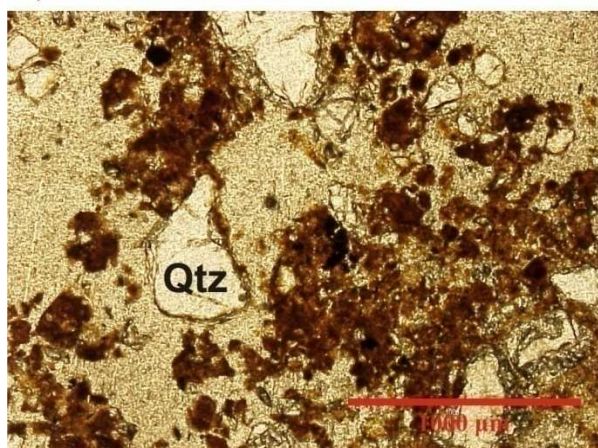
a) "LAC" - Horizonte Bw₂b) "LAC" - Horizonte Bw₂c) "LAC" - Horizonte Bw₂d) "LAC" - Horizonte Bw₂e) "LAC" - Horizonte Bw₂

Figura 13. Fotomicrografias dos horizontes do "LAC": (a) e (b) horizonte Bw do "LAC" com a presença de carvão; (c) Ortotúbulos preenchidos por compostos de ferro; (d) trama pórfiro-enáulica com microestrutura microgranular adensada com subestrutura granular; (e) porosidade interagregados representada por cavidades e câmaras, e nódulos de ferro arredondados. As fotomicrografias *a*, *b*, *c*, *d*, *e* estão sob luz normal.

- **LA**

O horizonte A caracteriza-se por apresentar duas zonas, uma porfírica (zona A) e outra pórfiro-enaúlica (zona B). A zona A apresenta-se com microagregados subarredondados, agregados poliédricos subangulares e aglomerados de agregados, e a zona B também com microagregados subarredondados e agregados subangulares. O plasma em ambas as zonas são isótico e vermelho-escuro com argila e óxidos de ferro, sendo mais evidente a coloração amarelada. A porosidade interagregados de empilhamento complexo dominante compõe a zona A apresentando também cavidades biológicas preenchidas, canais e microfissuras, e a zona B é representada por uma porosidade interagregados de empilhamento complexo dominante. Entre as feições pedológicas presentes estão os nódulos de ferro arredondados (Figura 14b), os pedotúbulos sem preenchimento, agrotúbulos preenchidos por óxidos de ferro, quartzo e argila e a atividade biológica representada pelos excrementos e também por raízes preenchidas por microagregados e quartzo (Figura 14a).

O horizonte Bw possui uma única zona homogênea com trama pórfiro-enaúlica, com a microestrutura de microagregados coalescidos dominante, microagregados subangulares e aglomerados de agregados (Figura 14f). O plasma é isótico vermelho escuro e a porosidade interagregados é de empacotamento dominante com algumas cavidades biológicas e microfissuras. Dentre as feições pedológicas estão nódulos de ferro e agrotúbulos preenchidos por óxidos de ferro e argila (Figura 14c e 14d), e as raízes também são bastante comuns (Figura 14e). Descrições semelhantes foram feitas por Ferreira (2008).

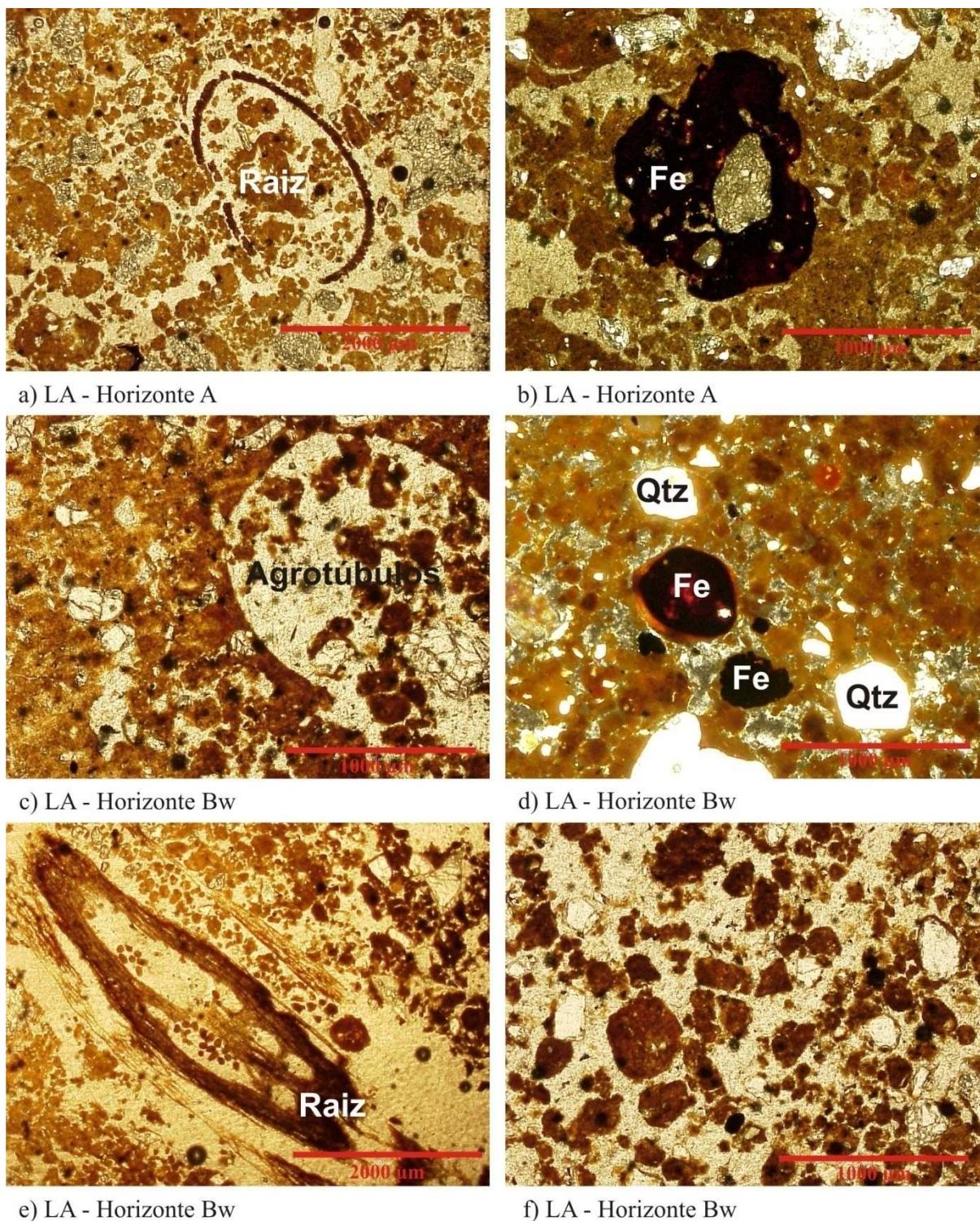


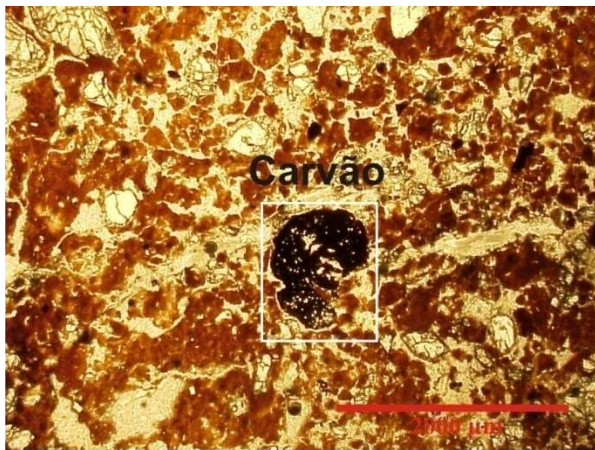
Figura 14. Fotomicrografias dos horizontes do LA: (a) horizonte A do LA com raiz preenchida por microagregados e quartzo apresentando uma trama pórfiro-enaúlica; (b) Os nódulos de ferro arredondados e com quartzo em seu interior no horizonte A do LA; (c) no horizonte Bw deste mesmo perfil encontra-se agrotúbulos preenchidos por óxidos de ferro e argila; (d) Nódulos de ferro e quartzo presentes no Bw, e uma porosidade de empacotamento dominante; (e) presença de raízes no horizonte Bw do LA; (f) trama pórfiro-enaúlica com microagregados coalescidos dominante, microagregados subangulares e aglomerados de agregados. As fotomicrografias *a*, *c*, *e*, *f* estão sob luz normal e *b*, *d* sob luz polarizada.

- **LVA**

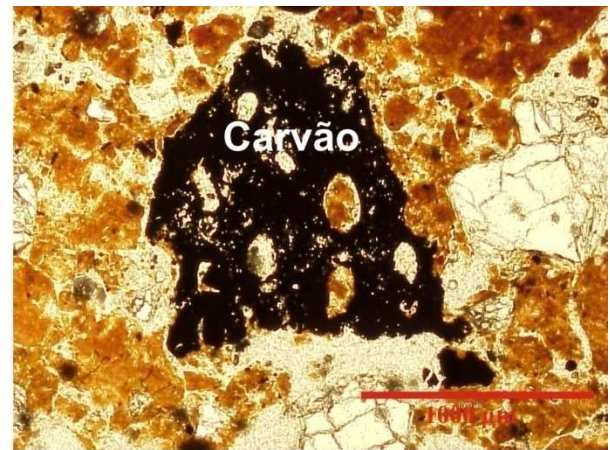
O horizonte A tem uma zona homogênea com trama pórfiro-enaúlica. Esta zona é composta por uma microestrutura com microagregados coalescidos dominante, agregados subangulares e aglomerados de agregados. A porosidade é de empilhamento dominante, cavidades biológicas, canais e microfissuras e o plasma é isótico vermelho-escuro. Ocorrem nódulos de ferro arredondados e agrotúbulos preenchidos por óxidos de ferro, quartzo e argila, é comum carvão contendo microagregados em seu interior (Figura 15a e 15b).

O horizonte BA apresenta duas zonas bastante heterogêneas. A zona A com trama enaúlica e a zona B com trama porfírica (Figura 15e) ambas possuem a microestrutura com microagregados coalescidos e granular. A porosidade interagregados na primeira é de empilhamento, canais e microfissuras; já na segunda zona, são de cavidades biológicas e microfissuras (Figura 15f). O plasma é isótico vermelho-escuro. Os agrotúbulos preenchidos por argila, quartzo e óxidos de ferro e a presença de nódulos de ferro compõem as feições pedológicas (Figura 15c e 15d).

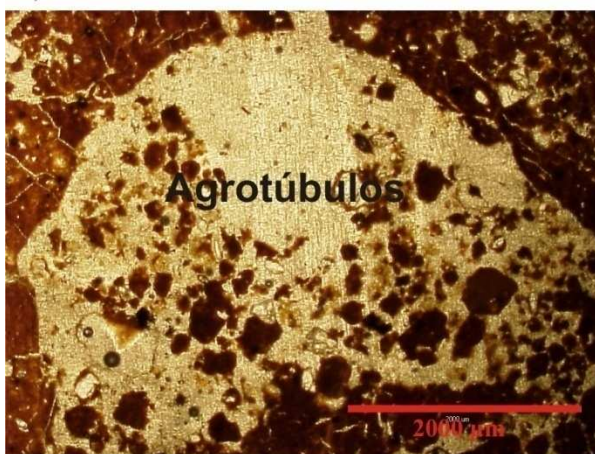
Os latossolos estudados tiveram descrições semelhantes às feitas em estudos realizados por ANDRADE et al. (1997), SILVA (1997) e GOMES et al. (2004).



a) LVA - Horizonte A



b) LVA - Horizonte A



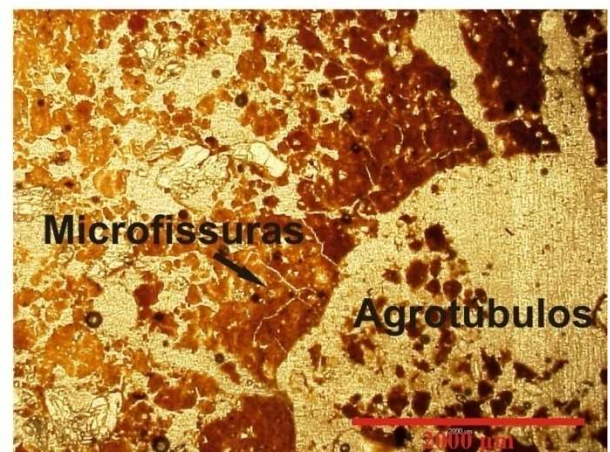
c) LVA - Horizonte BA



d) LVA - Horizonte BA



e) LVA - Horizonte BA



f) LVA - Horizonte BA

Figura 15. Fotomicrografias dos horizontes do LVA: (a) e (b) o horizonte A do perfil 36 mostra-se com trama pórfiro-enaúlica e carvão contendo microagregados em seu interior; (c) no horizonte BA do LVA contendo agrotúbulos preenchidos argila, quartzo e óxidos de ferro; (d) revestimento com óxidos de ferro no horizonte BA; (e) presença de quartzo envolvido por uma plasma de trama porfírica; (f) microfissuras e agrotúbulos preenchidos por argila, quartzo e óxidos de ferro compõem o horizonte BA do LVA. As fotomicrografias *a*, *b*, *c*, *e*, *f* sob luz normal e somente *d* sob luz polarizada.

Todos os horizontes de todos os perfis apresentam o esqueleto composto por quartzo poliédrico subarredondado de mal a moderadamente selecionado, com diâmetro variando de 0,03 a 2,3 mm (Figura 13e e 15e).

A estrutura de base dos perfis “LAC”, LA e LVA é granular (BREWER, 1976) ou microagregados, ou seja, grãos de esqueleto com plasma sob a forma de agregados ou sem plasma; correspondente à estrutura enaúlica denominada por Stoops e Jongerius (1975).

A iluviação que ocorreu no horizonte Btg₂ no GXbd, conforme Castro (1989b), está ligada a climas mais secos no passado, quando há dissolução e translocação das argilas deixando a porosidade cavitária dominante no topo desse horizonte (CASTRO e CURMI, 1987). A presença de cutãs de iluviação de argila mineralógica e a variação textural entre horizontes permitem concluir que houve um processo de argiluviação.

Tabela 6. Descrição micromorfológica dos horizontes dos perfis GXbd e do “LAC”

	Horizontes		
	Perfil 33 – Gleissolo Háptico Tb Distrófico argissólico		Perfil 34 – “Latosolo Acinzentado” Distrófico
Profundidade	A (7-17 cm)	Btg2 (77-87 cm)	Bw2 (92-102 cm)
Geral	Homogênea. Apresentando uma única zona.	Homogênea. Apresentando uma única zona, bastante adensada.	Homogênea. Apresentando uma única zona.
Microestrutura	Blocos angulares (0,4 - 2,6 mm), pedalidade moderada; microgranular (0,3 - 2,0 mm), pedalidade forte; prismática (0,5 - 2,0 mm), pedalidade moderada a forte.	Blocos subangulares (0,3 - 2,0 mm), pedalidade fraca e prismática (0,9 - 2,8 mm), pedalidade moderada.	Microgranular adensada com subestrutura granular, pedalidade moderada, abundante.
Plasma	Preto avermelhado, argila mineralógica, matéria orgânica e óxidos de ferro, isóptico.	Acinzentado, argila mineralógica e óxidos de ferro, isóptico.	Vermelho escuro, argila mineralógica e óxidos de ferro, isóptico.
Esqueleto	Quartzo poliédrico subarredondado e mal selecionado (0,05 a 0,1mm).	Quartzo poliédrico subarredondado e mal selecionado (0,03 - 2,2 mm).	Quartzo poliédrico subarredondado e moderadamente selecionado (0,3 - 2,3 mm).
Poros	Interagregados: porosidade de empilhamento/empacotamento dominante (60%), cavidades biológicas preenchidas (10%, 1,8 - 2,8mm), canais (15%, 0,8 - 2,5mm) e microfissuras (15%)	Interagregados: cavidades dominante (85%, 0,5 - 1,8 mm), câmaras (10%, 1,3 - 2,2 mm), microfissuras (5%).	Interagregados: cavidades (80%, 0,2 - 2,5 mm) e câmaras (20%, 0,4 - 2,8 mm)
Trama	Pórfiro-enáulica	Porfírica	Pórfiro-enáulica
Feições pedológicas	- Presença de ortotúbulos preenchidos por quartzo, matéria orgânica e microagregados. - Pedotúbulos sem preenchimento	- Ferri-argilãs de iluviação - Cutãs compostos de argila iluviada, vermelho amarelado (5%) - Pedotúbulos sem preenchimento	- Presença de ortotúbulos preenchidos por compostos de ferro - Nódulos de ferro (0,2 - 0,4 mm), arredondados e alongados

Tabela 7. Descrição micromorfológica dos horizontes dos perfis do LA e LVA

	Horizontes			
	Perfil 35 – Latossolo Amarelo Distrófico típico		Perfil 36 – Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico típico	
	A (8-18 cm)	Bw (107-117 cm)	A (17-27 cm)	BA (45-55 cm)
Profundidade	A (8-18 cm)	Bw (107-117 cm)	A (17-27 cm)	BA (45-55 cm)
Geral	Heterogênea. Duas zonas: zona A e zona B	Homogênea. Apresentando uma única zona	Homogênea. Apresentando uma única zona	Heterogênea. Duas zonas: zona A e zona B
Microestrutura	A) Microagregados subarredondados, agregados poliédricos subangulares (0,4 - 2,3 mm) e aglomerados de agregados. B) Microagregados subarredondados e agregados subangulares (0,3 - 2,0 mm)	Microagregados coalescidos dominante (0,01 - 0,3 mm), pedalidade forte; microagregados subangulares (0,2 - 0,4 mm), pedalidade moderada e aglomerados de agregados.	Microagregados coalescidos dominante (0,1 - 0,5 mm), pedalidade forte; agregados subangulares (0,2- 2,0 mm), pedalidade moderada e aglomerados de microagregados (0,2 - 0,3 mm).	A) Microagregados coalescidos dominante (70%, 0,3 - 0,6 mm), pedalidade forte e granular (30%, 0,2 - 2,0 mm), pedalidade moderada. B) Microagregados coalescidos dominante (90%, 0,3 - 0,7 mm), pedalidade forte e granular (10%, 0,15 - 0,3 mm), pedalidade moderada.
Plasma	A) e B) Vermelho escuro, argila mineralógica e óxidos de ferro, isóptico.	Vermelho escuro, argila mineralógica e óxidos de ferro, isóptico.	Vermelho escuro, argila mineralógica e óxidos de ferro, isóptico.	Vermelho escuro, argila mineralógica e óxidos de ferro, isóptico.
Esqueleto	Quartzo poliédrico subarredondado e mal selecionado (0,2 - 2,2 mm).	Quartzo poliédrico subarredondado e moderadamente selecionado (0,2 - 0,8 mm).	Quartzo poliédrico subarredondado e mal selecionado (0,05 - 1,0 mm)	Quartzo poliédrico subarredondado e moderadamente selecionado (0,1 - 1,2 mm).
Poros	A) Interagregados: empilhamento complexo dominante (55%), cavidades biológicas preenchidas (20%, 0,01 - 0,5 mm), canais (5%, 0,3 - 1,2 mm) e microfissuras (20%, 0,1 - 0,8 mm). B) Interagregados: empilhamento complexo dominante (70%), cavidades biológicas (20%, 0,3 - 2,5 mm) e microfissuras (10%)	Interagregados: Empacotamento dominante (80%), cavidades biológicas (15%, 0,2 - 2,3 mm) e microfissuras (5%)	Interagregados: Empilhamento dominante (65%), cavidades biológicas (20%, 0,3 - 2,0 mm), canais (5%, 0,2 - 0,8 mm) e microfissuras (10%).	A) Interagregados: Empilhamento dominante (80%), canais (15%, 0,3 - 7,0 mm) e microfissuras (5%). B) Interagregados: cavidades biológicas (90%, 0,3 - 0,8 mm) e microfissuras (10%).
Trama	Porfírica Pórfiro-enáulica	Pórfiro-enáulica	Pórfiro-enáulica	Enáulica Pórfirica

Feições pedológicas	<ul style="list-style-type: none"> - Nódulos de ferro (2%, 0,05 - 1,0 mm), arredondados - Pedotúbulos sem preenchimento (3%) - Presença de agrotúbulos preenchidos por óxidos de ferro, quartzo e argila mineralógica - Atividade biológica (excrementos) 	<ul style="list-style-type: none"> - Nódulos de ferro (5%, 0,01 - 4,0 mm), arredondados - Presença de agrotúbulos preenchidos por óxidos de ferro e argila mineralógica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nódulos de ferro (15%, 0,1 - 0,5 mm), arredondados - Presença de agrotúbulos preenchidos por óxidos de ferro, quartzo e argila mineralógica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nódulos de ferro (5%, 0,1 - 0,5 mm), arredondados. - Presença de agrotúbulos preenchidos com óxidos de ferro, argila mineralógica e quartzo
----------------------------	---	--	---	--

4.7 A evolução do relevo e a gênese dos solos das microbacias das veredas das chapadas do Alto Vale do Jequitinhonha

As “chapadas” do Alto Vale do Jequitinhonha ocupam áreas em torno de 10.000 a 40.000 ha (Figura 16), estando separadas por áreas dissecadas, formadas por vertentes ravinadas. O contato das “chapadas” com as vertentes ravinadas se dá por aumento gradual da declividade, e o relevo passa de suave ondulado a ondulado (FERREIRA, 2008).

Na região de Minas Novas (Alto Vale do Jequitinhonha - MG), as chapadas possuem microbacias drenadas para áreas deprimidas ovaladas, no formato de pera, denominadas “Veredas” (Figura 17). Os Latossolos de drenagem acentuada constituem a cobertura pedológica das chapadas e das vertentes das microbacias das veredas. Nas cotas mais elevadas predominam os Latossolos Vermelho-amarelos até o ombro, quando passam a ocorrer Latossolos Amarelos. No sopé são encontrados os “Latossolos Acinzentados” bem a moderadamente drenados. No fundo da área deprimida ocorre o Gleissolo Háptico Tb Distrófico argissólico, muito mal drenado (Figura 6).

A ocorrência de Latossolos Vermelhos-amarelos em locais mais elevados das “chapadas” seguidos por Latossolos Amarelos nas cotas intermediárias, condicionados pela piora das condições de drenagem da paisagem, em transição para solos hidromórficos na posição mais baixa da paisagem foi demonstrada por Motta et al. (2002).



Figura 16. Visão geral das Chapadas da região do Alto Vale do Jequitinhonha, MG. Escala de 1:8.740.
Fonte: Google Earth Pro (2010).



Figura 17. Visão da microbacia da Vereda Lagoa do Leandro nas Chapadas da região do Alto Vale do Jequitinhonha, MG. Escala de 1:805.
Fonte: Google Earth Pro (2010).

A Figura 18 apresenta o modelo proposto para evolução das microbacias drenadas pelas veredas nas chapadas do Alto Jequitinhonha. Trabalhos de campo e interpretação de imagens de satélite, associadas a estudos geomorfológicos (KING, 1956; BOAVENTURA, 1978; UFV, 1980; BRAUN, 1971; CAMPOS, 1998; SAADI, 1995; MOTTA et al., 2002) desempenharam importante papel na elaboração do modelo e entendimento da atual paisagem.

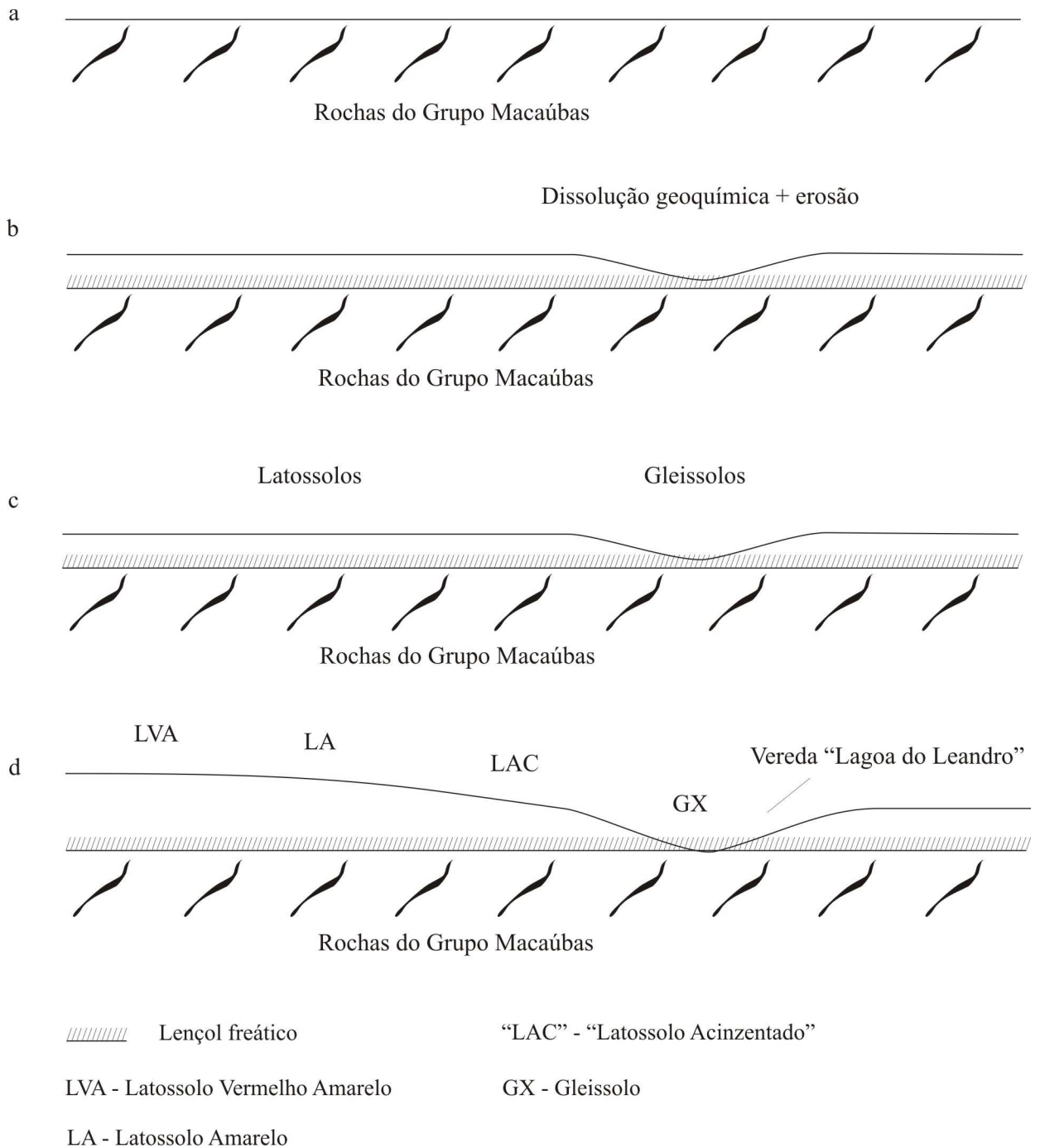


Figura 18. Modelo proposto para evolução da paisagem das microbacias das chapadas do Planalto do Jequitinhonha, drenadas por veredas.

O relevo regional teria sido esculpido durante longo período do Terciário Inferior em uma superfície que mantinha grande uniformidade de aplainamento (Figura 18a), correspondendo ao peneplano elaborado pelo ciclo de erosão sul-americano. Esse planalto que foi dissecado estende-se por longas extensões do território brasileiro e é considerado um elemento fundamental nesse cenário (KING, 1956). As chapadas com altitudes entre 800 a 1.000 m denunciam o relevo imposto pela Superfície sul-americana (SAADI, 1995).

Segundo Saadi (1995), essas “chapadas” que agregam o relevo do plano fundamental, são cobertas por um lençol colúvio-aluvionar, desenvolvido consecutivamente à dissecção da superfície terciária.

A microbacia da Vereda Lagoa do Leandro pode ter sido originada pelo processo de “dissolução geoquímica” (forma ovalada) associada ao processo de erosão (Figura 18b). A “dissolução geoquímica” pode ter acontecido por ocorrer minerais menos resistentes ao intemperismo no material de origem (Grupo Macaúbas) na microbacia da vereda.

No Terciário, as chapadas estariam separadas por uma rede de drenagem com baixo grau de dissecção (Figura 18c). As veredas típicas teriam surgido por volta do final do Pleistoceno. Salgado e Labouriou et al. (1998), utilizando técnicas de datação radiocarbônica (^{14}C) e análise polínica, nas veredas do Planalto Central do Brasil, concluíram que esse sistema está presente na região de cerrado do Brasil Central há cerca de 32.400 anos. Entre 32.390 e 19.000 anos atrás as temperaturas teriam sido mais baixas. Durante o período entre 19.000 e 7.000 anos atrás, provavelmente, predominou o clima semiárido e frio. Entre 6.680 e 5.000 anos atrás, o clima foi se tornando mais úmido e há cerca de 4.600 anos, o ecossistema das veredas moldou-se como é visto hoje no cerrado (DRUMMOND et al., 2005).

As chapadas da região de Minas Novas - MG correspondem à área de dissecção mais recente do que as estudadas por Ferreira (2008). A distribuição dos solos na microbacia da Vereda Lagoa do Leandro parece ser uma marcante evidência da instalação da atual rede de drenagem. A ocorrência de Latossolos (Figura 18d) assemelha-se ao encontrado na superfície I descrita por Motta et al. (2002) para solos do Planalto Central Brasileiro que, por sua vez, se correlaciona com a Superfície sul-americana descrita por King (1956).

Os solos da vereda sofreram um intenso processo de desferrificação, apresentando por isso as cores acinzentadas; ao contrário da chapada, onde há uma predominância de solos de cores avermelhadas ou amareladas, devido às melhores condições de drenagem (UFV, 1980). A coloração do horizonte B dos latossolos da microbacia estudada vai assumindo tonalidades mais amareladas, brunadas até chegar a cores acinzentadas no sopé e na base da vereda (Figura 6).

A ocorrência de LVA no topo da microbacia está relacionada às condições acentuadas de drenagem interna, evidenciada pelas cores do matiz 5YR, devido à proximidade do material concrecionário das bordas das chapadas ou zonas de surgência conforme Macedo e Bryant (1987). Nas áreas suaves onduladas correspondentes ao “LAC”, a alternância de redução e oxidação condicionada pela oscilação do lençol freático da vereda induziu a formação de mosqueados em subsuperfície nesse solo. O gleizamento no GXbd provavelmente se deu devido às condições permanentes de saturação com água, ocorrida durante grande parte do Pleistoceno, interrompidas pelos períodos secos (SALGADO-LABOURIOU et al., 1998; BIGARELLA, 1964).

Evidências de ocorrência de períodos secos no Pleistoceno, na região desse estudo, foram encontradas na literatura e em dados deste trabalho. A presença de solos gleizados, intemperização e grau de lixiviação apontam que houve uma alteração do clima, sugerindo que em fases do passado as condições climáticas eram bem mais secas do que a atuais (RESENDE, 1976).

A presença de ilita e de traços de vermiculita no horizonte Btg₂ do GXbd (Figura 8) é uma evidência da ocorrência de períodos mais secos, uma vez que a formação da ilita ocorre sob condições de maior evaporação (períodos secos) e em ambientes sedimentares (THOMPSON e UKRAINCZYK, 2002); outra evidência seria o caráter argissólico do GXbd. De acordo com Buol et al. (1980), Vidal-Torrado e Lepsch (1993) e Breemen e Buurman (2002), uma dos principais processos de diferenciação textural em perfis de solo é provocado pelo rompimento repentino dos agregados do solo, individualizando as partículas de argila, favorecendo sua migração dos horizontes superficiais para os subsuperficiais. Esse rompimento é favorecido em climas de forte sazonalidade, com períodos secos bem pronunciados, de maneira que o solo fique totalmente seco e que, no curto período úmido, as chuvas sejam de elevada intensidade e saturem rapidamente o solo, “explodindo” os agregados. Dessa forma, a argiluviação verificada no GXbd pela presença de cutãs de iluviação (Figura 12f) e ferri-argilãs constitui-se em uma forte evidência de clima com estação seca pronunciada no passado e chuvas torrenciais no início do curto período úmido (BREEMEN e BUURMAN, 2002) na região da Vereda Lagoa do Leandro, que foi preservada, uma vez que a mudança para clima mais úmido provocou a elevação do lençol freático nesse solo, minimizando a atividade biológica na homogeneização do perfil.

No LVA e LA, as boas condições de drenagem favoreceram a homogeneização do perfil pela atividade da fauna do solo. No “LAC”, a dissecação da paisagem favoreceu a melhoria de suas condições de drenagem e a fauna do solo homogeneizou seu perfil. A presença de fragmentos de carvão no horizonte Bw₂ do “LAC” (Figura 13a e 13b) sugere que a cobertura

vegetal desse solo esteve e está sujeita a incêndios, provocando a carbonização de raízes, principalmente. Esses incêndios só podem ter ocorrido após a dissecação da paisagem com consequente melhoria das condições de drenagem. A microestrutura microgranular sugere a ação da fauna e demonstra o caráter latossólico nesse horizonte.

O “LAC”, que ocupava as áreas mais baixas e mal drenadas da paisagem durante o Pleistoceno (FERREIRA, 2008) teve sua drenagem melhorada gradativamente, mas as cores acinzentadas permaneceram, uma vez que praticamente todo o Fe^{3+} teria sido removido durante o longo período que estiveram sob o predomínio de condições redutoras (SCHWERTMANN e TAYLOR, 1989; PETERSCHMITT et al., 1996; KÄMPF e CURI, 2000).

Com a melhoria da drenagem, a fauna escavadora do solo (formigas, cupins e anelídeos) teria intensificado cada vez mais a sua ação na cobertura pedológica, convertendo a estrutura maciça dos antigos solos gleizados em estrutura granular (Figura 13d). Gradativamente, por processos biológicos e químicos, esses gleissolos foram sendo latolizados, mas como não perderam suas cores acinzentadas, deram origem aos “Latosolos Acinzentados” – “LAC” (FERREIRA, 2008).

Em síntese, nos períodos de clima com estação seca pronunciada e chuvas torrenciais no início do curto período úmido teriam se formado os solos argissólicos (BREEMEN e BUURMAN, 2002) e nos períodos mais úmidos do Pleistoceno, as linhas de drenagens foram aprofundadas e os solos das partes mais elevadas das microbacias que drenam para as veredas teriam sido homogeneizados pela ação da fauna do solo, favorecida pelo clima úmido. Com a dissecação, os solos que ocupavam as posições mais baixas da paisagem pretérita tiveram as condições de drenagem melhoradas e a fauna passou a atuar, provocando homogeneização do material e a formação de microagregados, ou seja, latolizando o antigo solo hidromórfico. Na nova parte mais deprimida da paisagem teriam sido formadas as atuais veredas, a partir da interligação de depressões circulares (pontos de exsudação) situadas em áreas de má drenagem das chapadas (FERREIRA, 2005). Nesses locais ocorrem os atuais gleissolos que preservam marcas de períodos mais secos ou de material herdado, como a presença de ilita e vermiculita na fração argila, e cutãs e ferri-argilãs de iluviação em seu horizonte Btg.

CONCLUSÕES

Os solos e a paisagem da Vereda Lagoa do Leandro foram formados e desenvolveram juntamente com a instalação e evolução da rede de drenagem que, por sua vez, está relacionada com mudanças climáticas pleistocênicas.

Paleogleissolos foram latolizados pela ação da fauna escavadora e deram origem aos atuais “LAC”.

Os Gleissolos Hápticos da base da vereda preservaram atributos físicos, mineralógicos e micromorfológicos que tiveram suas gêneses em períodos secos.

A gênese e os atributos dos solos do sopé e da base das veredas das chapadas do Alto Vale do Jequitinhonha - MG são fortemente influenciados pela presença do lençol freático na superfície ou próximo à superfície o ano todo, no presente e/ou no passado.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. **Matas Ciliares: a conservação e recuperação. O suporte geoecológico das florestas beiradeiras (Ciliares).** São Paulo (SP): Editora da Universidade São Paulo, 2001, 193p.
- 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.
- ALLEONI, L. R. F.; CAMARGO, O. A. Pontos de efeito salino nulo de Latossolos ácricos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, p. 175-180, 1994.
- AMARAL, A. F. **Estrutura comunitária da vegetação, em uma seção transversal de vereda da reserva vegetal do CCPIU.** 1999. 54f. Monografia (Bacharelado em Biologia) - Universidade Federal de Uberlândia: UFU, Uberlândia, 1999.
- ANDRADE, H.; SCHAEFER, C. E.; DEMATTÊ, J. L. I.; ANDRADE, F. V. Pedogeomorfologia e micropedologia de uma sequência Latossolo – Areia Quartzosa Hidromórfica sobre rochas cristalinas do estado do Amazonas. **Geonomos**, v. 5, p. 55-66, 1997.
- ANJOS, L. H. C. dos; FRANZMEIER, D. P; SCHULZE, D. G. Formation of soil with plintithe on a toposequence in Maranhão State, Brazil. **Geoderma**, v. 64, p. 257-279, 1995.
- ANJOS, L. H. C. dos; PEREIRA, M. G.; PÉREZ, D. V.; RAMOS, D. P. Caracterização e classificação de Plintossolos no município de Pinheiro - MA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 1035-1044, 2007.
- ARAÚJO, J. E. V. L. de. **Sucessão secundária em área de Cerrado em Itamarandiba, MG.** 2009. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) - Diamantina, 2009.
- ARDUINO, E.; BARBERIS, E.; BOERO, V. Iron oxides and particle aggregation in B horizonsof some Italian soils. **Geoderma**, v. 45, p. 319-329, 1989.
- AZEVEDO, A. C. de; BONUMÁ, A. S. Partículas coloidais, dispersão e agregação em Latossolos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 609-617, 2004.
- BARBERIS, E.; AJMONE MARSAN, F.; BOERO, V.; ARDUINO, E. Aggregation of soil particles by iron oxides in various size fractions of soil B horizons. **Journal of Soil Science**, v. 42, p. 535-542, 1991.
- BARBOSA, G. V. Reverso. In: **Diagnóstico da economia mineira: o espaço natural**, v.2, Belo Horizonte: Governo de Minas Gerais, 1967.
- BARBOSA, G. V. Reverso. In: **Rebordos setentrionais da depressão de Belo Horizonte.** Belo Horizonte: IGC/UFMG, 1968. 42p.
- BATISTA , M. A.; SANTOS, M. C. Morfologia e gênese de dois solos com plintita da região meio-norte do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.287-296, 1995.

BENNENA, J.; CAMARGO, M. N. **Segundo esboço parcial de classificação de solos brasileiros**. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1964. 17p. (mimeografado)

BENNENA, J.; CAMARGO, M. N. Some remarks on brazilian latosols in relation to the oxisols of soil taxonomy. In: International soil classification workshop, 2. Malaysia, 1978. **Proceedings Bangkok, SSD - LDD**, 1979. p. 233-235.

BENNENA, J.; JONGERIUS, A.; LEMOS, R. B. Micromorphology of some oxic and argillic horizons in South Brazil in relation to weathering sequences. **Geoderma**, v. 4, p. 333-335, 1970.

BERG, M. Van den; LESPCH, I. F.; SAKAI, E. Solos de planícies aluviais do Vale do Ribeira do Iguapé SP. II. Relações entre características físicas e químicas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 11, p. 315-321, 1987.

BESOAIN, E. **Mineralogia de arcillas de suelos**. San José, Costa Rica: IICA, 1985. 1205p.

BIGARELLA, J. J. Variações climáticas no quaternário e suas implicações no revestimento florístico do Paraná. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, v. 10/15, p. 211-231, 1964.

BIRKELAND, P. W. **Soils and Geomorphology**. Oxford University Press, New York, 1984. 372p.

BOAVENTURA, R. S. Contribuição ao estudo sobre a evolução das veredas. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 3., 1978, Fortaleza. **Anais...**, Fortaleza: AGB/UFC, 1978.

BOAVENTURA, R. S. Contribuição ao estudo sobre a evolução das veredas. In: **2º Plano de Desenvolvimento Integrado do Noroeste Mineiro: Recursos Naturais**. Belo Horizonte, CETEC. Apêndice A, 1981.

BOHN, H. L.; McNEAL, B. L.; O'CONNOR, G. A. **Soil Chemistry**. A Wiley-Interscience Publication, John Wiley and Sons, New York, 1985, 341p.

BOULET, R.; CHAUVEL, A.; HUMBEL, F.X.; LUCA, Y. Analyse structurale et cartographie em pédologie. **Cahiers ORSTOM Séries Pédologie**, v.XIX, n.4, p. 309-351, 1982.

BOUMA, J. Hydrology and soil genesis of soil with aquic moisture regimes. In: WILDING, L. P.; SMECK, N. E.; HALL, G. F. (ed.). **Pedogenesis and soil taxonomy**. I. Concepts and interactions. Netherlands: Elsevier Science Publishers B. V., cap. 9, p.253-281, 1983.

BRASIL. Ministério do Planejamento e Orçamento. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Diagnóstico Ambiental da Bacia do Rio Jequitinhonha**. Salvador: IBGE/Diretoria de Geociências, 1997.

BRASÍLIA (Distrito Federal). Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Biodiversidade brasileira: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília: Projeto de Conservação e de Utilização Sustentável da Biodiversidade Biológica Brasileira – Equipe PROBIO, 2002. 404p. (Biodiversidade, 5).

BRAUN, O. P. G. Contribuição à geomorfologia do Brasil Central. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 3, p. 3-39, 1971.

BREEMEN, N. V. Long-term chemical, mineralogical, and morphological effects of iron-redox process in periodically flooded soils. In: STUCKI, J. W.; GOODMAN, B. A. & SCHWERTMANN, U., eds. **Iron in soils and clay minerals**. Dordrecht, D. Reidel, 1988. p.811-823.

BREEMEN, N. V.; BUURMAN, P. **Soil Formation**. 2 ed. Dordrecht, Kluwer Academic, 2002. 404p.

BREWER, R. **Fabric and mineral analysis of soil**. New York, R. E. Krieger, 1976. 482p.

BREWER, R.; PAWLUK, S. Investigations of some soils developed in hummocks of the Canadian sub-artic and southern-artic region. I. Morphology and micromorphogy. **Canada Journal Soil Science**, Ottawa, v. 55, p. 301-319, 1975.

BRINKMAN, R. Ferrolysis, a hydromorphic soil forming process. **Geoderma**, v. 3, p. 199-206, 1970.

BROWN, G.; BRINDLEY, G.W. **X-ray Diffraction Procedures for clay mineral Identification**. In: BRINDLEY, G.W; BROWN, G. London: Mineralogical Society, 1980 chapter 5, p. 305-360.

BUCKMAN, H. O.; BRADY, N. **Natureza e propriedade dos solos**. 4 ed. São Paulo, Freitas Bastos, 1976. 594p.

BUENO, S. **Grande Dicionário Etimológico-prosódico da Língua Portuguesa**. Santos: Ed. Brasília, 1974. v 8.

BULLOCK, P.; FEDOROFF, N.; JONGERIUS, A.; STOOPS, G.; TURSINA, T.; BABEL, U. **Handbook for soil thin section description**. Wolverhampton: Waine Research Publication, 1985. 152p.

BUOL, S. W.; HOLE, F. D.; McCracken, R. J. **Soil genesis and classification**. The Iowa State. University Press, Ames, 1980. 404p.

BUOL, S. W.; ESWARAN, H. Oxisols. **Advance in Agronomy**. v. 68, p. 151-195, 2000.

BUOL, S. W.; ESWARAN, H. Micromorphology of oxisols. In: **INTERNATIONAL WORKING MEETING ON SOIL MICROMORPHOLOGY**, Granada, Espanha, 1977. Proc. Granada, Universidade de Granada, Departamento de Edafologia, 1978, p. 325-328.

CAMPOS, C. E. B. **Indicadores de campo para solos hidromórficos do planalto de Viçosa**. Viçosa-MG: UFV, 1999. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa. 1999.

CAMPOS, J. C. F. **Solos, geomorfologia e evolução da paisagem no Alto e Médio Jequitinhonha, Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1998, 207f. Tese (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 1998.

CARMO, D. N. **Caracterização, gênese e uso de latossolos sob cerrado no município de Rio Paranaíba (MG)**. 1977, 84f. Tese de Mestrado. Lavras - MG, Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1977.

CARVALHO, P. G. S. As veredas e sua importância no domínio dos cerrados. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 15, n. 168, p. 54-56, 1991.

CASTRO, J. P. C. **As veredas e sua proteção jurídica**. Fundação João Pinheiro – Análise e Conjuntura, 10:5-6, 321-333, 1980.

CASTRO, S. S. de. Impregnação de amostras de solo para confecção de lâmina delgada. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência de Solo**, p. 31-44, 1985.

CASTRO, S. S. de. **Micromorfologia de solos**: pequeno guia prático para descrição de lâminas delgadas. São Paulo, 1989, 87p. Mimeografado

CASTRO, S. S. de. **Sistemas de transformação pedológica em Marília**: B latossólicos e B texturais. 1989, 274f. Tese de doutorado (Departamento de Geografia – USP), São Paulo, 1989b.

CASTRO, S. S. de.; CURMI, P. Bandas onduladas em solos podzolizados – variação Marília: estruturas de transformação pedológica. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 15., 1987, Campinas, **Anais...Campinas**, 1987.

CAVALCANTI, A. C. **Estudo de latossolos argilosos do Planalto Central do Brasil**: caracterização, distribuição de acordo com duas superfícies de aplainamento, gênese e classificação. Itaguaí, RJ: UFRRJ, 1977. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1977.

CHAUVEL, A. **Iniciação à análise microscópica dos solos**. ESALQ-USP, Mimeografado. Piracicaba, 1979.

CHAVES, M. R. **Descentralização da política ambiental no Brasil e a gestão dos recursos naturais do Cerrado goiano**. 2003. 185f. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

COOPER, M.; VIDAL-TORRADO, P. Gênese de ferri-argilãs em horizontes B texturais de uma sequência de solos sobre diabásio em Piracicaba, SP. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 4, p. 745-750, 2000.

CORRÊA, G. F. **Les microreliefs “Murundus” et leur environnement pedologique dans l’Oest Du Minas gerais**: reion Du Plateau Central Bresilien. France, 1989. p. 14-15. These (Docteur) – L’Université de Nancy I. France, 1989.

CORRÊA, M. M. **Óxidos de ferro e tipificação de caulinitas na gênese de solos coesos do ambiente dos Tabuleiros Costeiros**. Viçosa, Minas Gerais: UFV, 2005. 194f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 2005.

COUTO, E. G.; RESENDE, M.; REZENDE, S. B. Terra ardendo. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 16, p. 48-57, 1985.

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Projeto Cadastro de Abastecimento por Águas Subterrâneas, Estados de Minas Gerais e Bahia**: diagnóstico do município de Minas Novas, MG. Belo Horizonte: CPRM, 2005.

CURI, N.; FRANZMEIER, D. P. Effect of parent rock on chemical and mineralogical properties of some Oxisols in Brazil. **Soil Science Society of America Journal**, v. 51, p. 153-158, 1987.

CURI, N.; FRANZMEIER, D. P. Toposequence of oxisols from the Central Plateau of Brazil. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 48, p. 341-346, 1984.

DANIELS, R. B.; PERKINS, H. F.; HAJEK, B. F.; GAMBLE, E. E. Morphology of discontinuous phase plinthite and criteria for its Field identification in the Southeastern United States. **Soil Science Society of America Journal**, v. 42, n. 6, p. 944-949, 1978.

DEMATTE, J. A. M.; ALOISI, R. R.; DEMATTÊ, J. L. I. Sequência Latossolo Amarelo-Podzólico Amarelo – Areias Quartzozas sob material da Formação Barreiras na região de Tucuruí, Estado do Pará. **Scientia Agricola**, v. 51, p. 345-356, 1994.

DREES, L. R.; WILDING, L. P.; SMECK, N. E.; SENKAYI, A. L. Silica and soils: quartz and disordered silica polymorphs. In: DIXON, J. B.; WEED, S. B., eds., *Minerals in soil environments*. 2 ed. Madison, **Soil Science Society of America**, p. 913-974, 1989.

DRUMMOND, G. M.; MARTINS, C. S.; MACHADO, A. B. M.; SEBAIO, F. A.; ANTONINI, Y. **Biodiversidade em Minas Gerais**: um atlas para sua conservação. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005. 222p.

DURIGAN, G.; LEITÃO FILHO, H. F.; RODRIGUES, R. R. Phytosociology and structure of a frequently burnt cerrado vegetation in SE – Brazil. **Flora**, Jena, v. 189, p. 153-160, 1994.

ELHAÏ, H. **Biogéographie**. Armand Colin. 1968, 404p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2006. 306 p.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro**. Rio de Janeiro, 1982. 526 p. (Boletim de pesquisa, 1).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal**. Rio de Janeiro, 1978. 455p. (Boletim de pesquisa, 53)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solo do Estado do Maranhão**. Rio de Janeiro, 1986. v 2. (Boletim de Pesquisa, 35).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Mapa esquemático das regiões Norte, Meio Norte e Centro-Oeste do Brasil**. Rio de Janeiro, 1975. 535 p. (Boletim de pesquisa, 17).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Critérios para a distinção de classes de solos e de fases de unidade de mapeamento, normas em uso pelo SNLCS**. Rio de Janeiro, EMBRAPA-SNLCS, 1988. 67p.

ESPIRITO SANTO, F. R. C., **Distribuição de óxidos de ferro em uma catena de solos derivados de granito na região fisiográfica da Depressão Central no Estado do Rio Grande do Sul**. 1988, 141f. Tese de Mestrado, Porto Alegre, UFRGS. 1988.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Survey Staff. **Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys**. Washington, Soil Conservation Service, 1975. 754p.

FAGERIA, N. K.; FILHO, M. P. B.; ZIMMERMANN, F. J. P. Caracterização química e granulométrica de solos de várzea de alguns estados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 267-274, 1994.

FEDOROFF, N.; ESWARAN, H. Micromorphology of ultisols. In: DOUGLAS, L. A.; THOMPSON, M. L. **Soil micromorphology and soil classification**. Madison: SSSA, 1985, p. 145-164.

FERNANDES, R. B. A.; BARRÓN, V.; TORRENT, J.; FONTES, M. P. F. Quantificação de óxidos de ferro de Latossolos brasileiros por espectroscopia de reflectância difusa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.245-257, 2004.

FERREIRA, C. A. **Gênese de “Latosolos Acinzentados” em topossequência de Latossolos das chapadas do Alto Vale do Jequitinhonha, MG**. 2008. 86f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Diamantina, 2008.

FERREIRA, I. M. Bioma Cerrado: caracterização do subsistema de vereda. In: Eregeio - Encontro Regional de Geografia, 9., 2005, Catalão. **Anais...** Catalão, 2005.

FERREIRA, I. M. Cerrado: classificação geomorfológica de vereda. Simpósio Nacional Cerrado. Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais, 9., 2008b, Brasília. **Anais...** Brasília, 2008b.

FERREIRA, I. M. **O afogar das Veredas: uma análise comparativa espacial e temporal das Veredas do Chapadão de Catalão (GO)**. 2003, 242f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

FERREIRA, I. M. Modelos geomorfológicos das Veredas no ambiente de Cerrado. **Espaço em Revista**, Catalão, v. 7/8, n. 1, p.7-16, 2005/2006.

FIGUEIREDO, M. do A.; VARAJÃO, A. F. D. C.; FABRIS, J. D.; LOUTFI, I. S. Aspectos pedogeomorfológicos e mineralógicos de uma topossequência de solos gnáissicos no Complexo Bação – Quadrilátero Ferrífero – MG. **Pesquisas em Geociências** (UFRGS), Porto Alegre, v. 29, p. 81-90, 2002.

FITZPATRICK, R. W.; SCHWERTMANN, U. Al-substituted goethite - An indicator of pedogenic and other weathering environments in South Africa. **Geoderma**, v. 27, p. 335-347, 1982.

FONTES, M. R.; RESENDE, M.; RIBEIRO, A. C. Concreções ferruginosas de alguns solos brasileiros. I. Caracterização química. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 9, p. 113-117, 1985.

FURQUIM, S. A. C. **Formação de carbonatos e argilo-minerais em solos sódicos do pantanal sul-mato-grossense**. 2007. 222f. Tese de doutorado – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2007.

GEE, G. W. e BAUDER, J. W. Particle-size analysis. In: KLUTE, A., ed. *Methods of soil analysis*. 2.ed. Madison, **American Society of Agronomy**, p. 383-412, 1986.

GOLDBERG, S. Interaction of aluminium and iron-oxides and clay-minerals and their effect on soil physical-properties a review. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 20, p. 1181-1207, 1989.

GOLDSCHMIDT, V. M. **Geochemistry**. Oxford, Oxford University Press, 1958. 663p.

GOMES, J. B. V.; CURI, N.; MOTTA, P. E. F.; KER, J. C.; MARQUES, J. J. G. S. M.; SCHULZE, D. G. Análise de componentes principais de atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos do bioma cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 137-153, 2004.

GONÇALVES, R. do N. **Diagnóstico ambiental da Bacia do Rio Jequitinhonha: diretrizes gerais para a ordenação territorial**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Salvador, 1997, 64p.

GUALBERTO, V.; RESENDE, M.; CURI, N. Química e mineralogia de latossolos, com altos teores de ferro, da Amazônia do Planalto Central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 11, p. 245-252, 1987.

GUIMARÃES ROSA, J. G. **Grande Sertão: veredas**, 36. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

HEINECK, C. A.; VIEIRA, S.; DRUMOND, J. B. V.; LEITE, C. A. L.; LACERDA FILHO, J. V.; VALENTE, C. R.; LOPES, R. C.; MOLOUF, R. F.; OLIVEIRA, I. W. B.; OLIVEIRA, C. C.; SACHS, L. L. B.; PAES, V. J. C.; JUNQUEIRA, P. A.; NETTO, C. Folha SE.23 – Belo Horizonte. In: SCHOBENHAUS, C.; GONÇALVES, J. H.; SANTOS, J. O. S.; ABRAM, M. B.; LEÃO NETO, R.; MATOS, G. M. M.; VIDOTI, R. M.; RAMOS, M. A. B.; JESUS, J. D. A., (eds.). **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Sistema de Informações Geográficas: Programa Geologia do Brasil**. Brasília: CPRM, 2004. CD-ROM

HERBILLON, A. J. Mineralogy of oxisols and oxidic materials. In: THENG, B.K.G. (Ed.). **Soils with variable charge**. New Zealand: Lower Hut, p. 109-126, 1980.

HILLEL, D. **Introduction to soil physics**. San Diego: Academic, 1982. 364p.

HSU, P. H. Aluminium oxides and oxyhydroxides. In: DIXON, J. B.; WEED, S. B., eds., **Minerals in soil environments**. 2 ed. Madison, **Soil Science Society of America**, p. 331-378, 1989.

INDA JUNIOR, A. V. **Caracterização de goethita e hematita em solos poligenéticos**. 2002. 125f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

INDA JUNIOR, A. V.; KÄMPF, N. Avaliação de procedimentos de extração dos óxidos de ferro pedogênicos com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 1139-1147, 2003.

INDA JUNIOR, A. V.; BAYER, C.; CONCEIÇÃO, P. C.; BOEN, M.; SALTON, J. C.; TONIN, A. T. Variáveis relacionadas à estabilidade de complexos organo-minerais em solos tropicais e subtropicais brasileiros. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, p. 1301-1307, 2007.

JACKSON, M. L. **Soil chemical analysis: Advance Course**. Madison, Prentice-Hall, 1969. 895p.

JUHÁSZ, C. E. P.; CURSI, P. R.; COOPER, M.; OLIVEIRA, T. C. Dinâmica físico-hídrica de uma toposequência de solos sob Savana Florestada (Cerradão) em Assis, SP. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p. 401-412, 2006

KÄMPF, N. O ferro no solo. In: REUNIÃO SOBRE FERRO EM SOLOS INUNDADOS, 1. Goiânia, 1988, Goiânia. **Anais...** Goiânia, Embrapa/CNPAF, 1988. (Documentos, 22).

KÄMPF, N.; CURI, N. Óxidos de ferro: indicadores de ambientes pedogênicos e geoquímicos. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, v. 1, p. 107-138, 2000.

KÄMPF, N.; DICK, D. Óxidos de ferro em Cambissolos Brunos do Rio Grande do Sul e Sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 8, p. 183-188, 1984.

KÄMPF, N.; SCHWERTMANN, U. The 5 M-NaOH concentration treatment for iron oxides in soil. **Clays and Clay Minerals**, Lawrence, v. 30, p. 401-408, 1982.

KÄMPF, N.; SCHWERTMANN, U. Relações entre óxidos de ferro e a cor em solos cauliniticos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 7, p. 27-31, 1983.

KÄMPF, N.; SCHWERTMANN, U. Goethite and hematite in a climosequence in southern Brazil and their application in classification of kaolinitic soils. **Geoderma**, v. 29, p. 27-39, 1983b.

KER, J. C. Latossolos do Brasil: uma revisão. **Geonomos**, v. 5, p. 17-40, 1998.

KING, L. C. Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 18, p. 147-265, 1956.

KOSMAS, C. S.; CURI, N.; BRYANT, R. B.; FRANZMEIER, D. P. Characterization of iron oxides minerals by second-derivate visible spectroscopy. **Soil Science Society America Journal**, v. 48, p. 401-405, 1984.

LEAL, J. R. **Adsorção de fósforo em latossolos sob cerrado**. Itaguaí, RJ. Tese de Mestrado, UFRRJ, 1971. 96p.

LEPSCH, I. F.; BUOL, S. W. Investigations in an Oxisol-Ultisol toposequence in São Paulo State, Brazil. **Soil Science Society America Proceeding**, Madison, v. 38, p. 491-496, 1974.

LIMA, S. C. **As veredas do Ribeirão Panga no Triângulo Mineiro e a evolução da paisagem**. 1996. 260f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

LIMA, S. C.; SILVEIRA, F. P. A preservação das veredas para a manutenção do equilíbrio hidrológico dos cursos d'água. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS SOBRE O MEIO AMBIENTE, 3, 1991, Londrina. **Anais...** Londrina, PR, 1991, v.1, p. 204-218.

LIMA, S. C.; QUEIROZ NETO, J. P. As veredas e a evolução do relevo. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 8, n. 15, p. 481-488, 1996.

LINDSAY, W. L. **Chemical equilibria in soils**. New York: John Wiley, 1979, 444p.

MACEDO, J.; BRYANT, R. B. Morphology, mineralogy and genesis of a hydrosequence of oxisols in Brazil. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 51, p. 690-689, 1987.

MAGALHÃES, G. M. Caracterização de alguns tipos florísticos de Minas Gerais. **Revista de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 76-92, 1956.

MAGALHÃES, G. M. Dados fitogeográficos do SE do Planalto Central. In: Congresso Nacional de Botânica, 14., Manaus. **Anais...**, Manaus. Sociedade Botânica do Brasil, p. 364-373, 1964

MAGALHÃES, G. M. Sobre os cerrados de Minas Gerais. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 38, p. 59-69, 1966.

MARTIUS, C. F. P. V. et al. **Viagem pelo Brasil 1817-1820**. Tradução de Lúcia F. Lahmeyer. São Paulo: Edições Melhoramentos, 1938. v. II.

McKEAGUE, J. A.; DAY, J. H. Dithionite and oxalate extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soils. **Canada Journal Soil Science**, Ottawa, v. 46, p. 13-22, 1966.

MELO, D. R. **As veredas nos planaltos do Noroeste Mineiro: caracterizações pedológicas e os aspectos morfológicos e evolutivos**. 1992, 218f. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de São Paulo, UNESP, Rio Claro, SP, 1992.

- MELO, D. R. **Contribuição ao estudo geomorfológico de veredas:** região de Pirapora, MG. 1978. 48f. Monografia (Graduação em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1978.
- MELO, D. R. **Evolução das veredas sob impactos ambientais nos geossistemas planaltos de buritizeiro/MG.** 2008, 341f. Belo Horizonte – MG. UFMG. Tese (Doutorado em Geografia), 2008.
- MELO, V. F.; FONTES, N. P. F.; NOVAIS, R. F.; SINGH, B.; SCHAEFER, C. E. G. R. Características dos óxidos de ferro e alumínio de diferentes classes de solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.1, p.19-32, 2001.
- MEHRA, O. P.; JACKSON, M. L. Iron oxide removal from soils and clay by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. **Clays Clay Mineralogy**, v. 7, p. 317-327, 1960.
- MIKLÓS, A. A. W. **Biodynamique d'une couverture pédologique dans La région de Botucatu, Brésil.** 1992. 438f. v. 2. Thesis (Doctorate), Université de Paris, VI, Paris, 1992.
- MILLER, R. W.; DONAHUE, R. L. **Soils:** an introduction to soils and plant growth. Englewood Cliffs: Printice Hall, 1990. 768p.
- MINAS GERAIS. Secretaria de Ciência e Tecnologia. **Diagnóstico Ambiental de Minas Gerais.** Belo Horizonte: COPAM/CETEC, 1982.
- MONIZ, A. C., BUOL, S. W. Formation of an oxisol-ultisol transition in São Paulo, Brazil. In: Lateral dynamics of chemical weathering. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 46, p. 1234-1239, 1982.
- MOORE, D. M.; REYNOLDS, R. C. **X-ray diffraction and identification and analysis of clay minerals.** Oxford: Oxford University Press, 1989. 332p.
- MORAES, L. J. de. Área ocupada pela formação Macaúbas no norte de Minas Gerais. **Academy Brazilian Science.** Rio de Janeiro, 4 (3): p.111-14, 1932.
- MORAES, L. J. de. **Geologia econômica do Norte de Minas Gerais.** B. Serv. Fom. Prod. Min., Rio de Janeiro, 19: p.7-111, 1937, 192p.
- MOTTA, P. E. F.; CARVALHO-FILHO, A.; KER, J. C.; PEREIRA, N. R.; CARVALHO JR, W.; BLANCANEUX, P. Relações solo-superfície geomórfica e evolução da paisagem em uma área do Planalto Central Brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 869-878, 2002.
- MOURA FILHO, W., BUOL, S. W. Studies of a Latosol Roxo (Eustrustox) in Brazil; clay mineralogy. **Experientiae**, v. 13, n. 2, p. 218-234, 1976.
- MUGGLER, C. C.; VAN LOEF, J. J.; BUURMAN, P.; VAN DOESBURG, J. D. J. Mineralogical and (sub)microscopic aspects of iron oxides in polygenetic Oxisols from Minas Gerais, Brazil. **Geoderma**, v. 100, p. 147-171, 2001.
- NORRISH, K.; TAYLOR, M. The isomorphous replacement of iron by aluminium in soil goethites. **Journal Soil Science**, v. 12, p. 294-306, 1961.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N F. Aspectos físicos-químicos envolvidos na fixação de fosforo no solo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 5., 1991, São Paulo. **Anais...**, São Paulo, 1991. p. 133-177.

NUNES, W. A. G. A.; SCHAEFER, C. E. G. R.; KER, J. C.; FERNANDES FILHO, E. I. Micropedological characterization of some soils of the Zona da Mata, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 103-116, 2000.

OLIVEIRA, A. P. **Pedogênese de Espodosolos em ambientes da Formação Barreiras e de Restinga do Sul da Bahia**. 2007, 115f. Dissertação de Mestrado. UFV, Viçosa – MG, 2007.

OLIVEIRA, J. B. de; RESENDE, M.; CURI, N. Caracterização e classificação de latossolos Variação Uma e de solos afins da região de Guará, SP. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, p. 207-218, 1991.

OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento**. Jaboticabal, FUNEP, 1992. 201p.

OLIVEIRA, N. L. de S. de.; FERREIRA, I. M. Análise ambiental das veredas do Chapadão de Catalão (GO). In: Eregeio Simpósio Regional de Geografia, 10., 2007, Catalão. **Anais...**Catalão: Universidade Federal de Goiás, 2007.

OLIVEIRA, R. S.; BEZERRA, L.; DAVIDSON, E. A.; PINTO, F.; KLINK, C. A.; NEPSTAD, D. C.; MOREIRA, A. Deep root function in soil water dynamics in cerrado savannas of central Brazil. **Functional Ecology**, Oxford, v. 19, p. 574-581, 2005.

OLIVIE-LAUQUET, G.; GRUAU, G.; DIA, A.; RIOU, C.; JAFFREZIC, A.; HENIN, O. Release of trace elements in wetlands: role of seasonal variability. **Water Research**. v. 35(4), p. 943-952, 2001.

PEDROSA-SOARES, A. C. Geologia da folha de Araçuaí, Minas Gerais. In: **Projeto Espinhaço**. Secretaria de Estado de Recursos Minerais, Hídricos e Energéticos/Companhia Mineradora de Minas Gerais (COMIG), 1996.

PETERSCHMITT, E.; FRITSCH, E.; RAJOT, J. L. et al. Yellowing, bleaching and ferritisation processes in soil am antlen of the Western Ghâts, South India. **Geoderma**, Amsterdam, v. 74, p. 235-253, 1996.

PONNAMPERUMA, F.N. The chemistry of submerged soil. **Advances in Agronomy**, New York, v. 24, p. 29-96, 1972.

PROJETO RADAMBRASIL. Levantamentos de Recursos Naturais. **Folha SD. 22 Goiás**, v. 25. Rio de Janeiro: MME/SG, 1981. 640 p.

PROJETO RADAM MINAS. **Geomorfologia**: mapa geomorfológico - Folha Montes Claros Escala de 1:500.000. Belo Horizonte, 1977.

QUESADA, C. A.; MIRANDA, A. C.; HODNETT, M. G.; SANTOS, A. J. B.; MIRANDA, H.S.; BREYER, L.M. Seasonal and depth variation of soil moisture in a burned open savanna

(campo sujo) in central Brazil. **Ecological Applications**, Washington, v. 14, n. 4, p. 33-41, 2004. Supplement.

RAMOS, M. V. V. **Veredas do Triângulo Mineiro: solos, água e uso**. 2000, 127f. Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas. Lavras, UFLA, 2000.

RANST, E. V.; CONINCK, F. Evaluation of ferrolysis in soil formation. Laboratory of Soil Science, Ghent University. **European Journal of Soil Science**, December, p. 513-519, 2002.

REDDY, K. R.; PATRICK JR., W. H. Effect of alternate aerobic and anaerobic conditions on redox potential, organic matter decomposition and nitrogen loss in a flooded soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 7, p. 87-94, 1975.

REGO, R. S. **Caracterização e gênese de solos comp plintita na Ilha de Marajó**. 1986, 156f. (Tese de Mestrado), Seropédica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1986.

RESENDE, M. **Mineralogy, chemistry, morphology and geomorphology of some soils of the Central Plateau of Brazil**. 1976. 237f. Tese (Ph.D). West Lafayette: Purdue University, Indiana, 1976.

RESENDE, M.; CARMO, D. N. do; SILVA, T. C. A. de; BATISTA, R. B.; ROCHA, D. **Levantamento de reconhecimento, com detalhes, de solos de chapadas do Alto Jequitinhonha**. 1980, 133f. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1980.

RESENDE, M.; CURI, N.; KER, J. C.; REZENDE, S. B. de. **Mineralogia de solos brasileiros: interpretação e aplicações**. Lavras: editora UFLA, 2005. 192p.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 5 ed. rev. – Lavras: Editora UFLA, 2007.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B. de; CORRÊA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 4 ed. Viçosa: NEPTU, 2002. 332p.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma do cerrado. In: SANO, M. S.; ALMEIDA, S. C. (eds.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 556p.

ROCHA, L. C.; CARVALHO, V. L. M. Gênese e evolução dos solos na bacia do Córrego do Quebra, Gouveia – MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 10., 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2003. 1 (CD-ROM).

RODRIGUES, T. E. Solos da Amazônia. In: ALVAREZ, V. H. V.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. eds. **Os solos nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa, SBCS/UFV, 1996. p.16-60.

RODRIGUES, T. E.; KLAMT, E. Mineralogia e gênese de uma sequência de solos do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 2, p. 132-139, 1978.

RUELLAN, A.; DOSSO, M.; FRITSCH, E. L'analyse structurale de la couverture pédologique. **Science du Sol**, v. 27, p. 319-334, 1989.

RUGGIERO, P. G. C. BATALHA, M. A.; PIVELLO, V. R.; MEIRELLES, S. T. Soil-vegetation relationships in cerrado (Brazilian savanna) and semideciduous Forest, Southeastern Brazil. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 160, p. 1-16, 2002.

SAADI, A. A geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e de suas margens. **Geonomos**, v. 3, p. 40-63, 1995.

SALGADO-LABOURIAU, M. L., BARBIERI, M., FERRAZ-VICENTINI, K. R.; PARIZII, M. G. A dry climatic event during the late Quaternary of tropical Brazil. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 99, p. 115-129, 1998.

SANTOS, L. J. C. Contribuição da análise estrutural da cobertura pedológica ao desenvolvimento da ciência do solo. **RA'E GA – O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, n. 4, p. 131-138, 2000.

SANTOS, M. C.; BATISTA, M. Avaliações física, química e mineralógica em solos plúnticos da região meio-norte do Brasil, submetidos a teste de umedecimento e secagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, p. 21-31, 1996.

SANTOS, A. B. dos; FAGERIA, N. K; ZIMMERMANN, F. J. P. Atributos químicos do solo afetado pelo manejo da água e do fertilizante potássico na cultura de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 12-16, 2002

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. 5 ed. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100p.

SCHAEFER, C. E. G. R. Brazilian latosols and their B horizon microstructure as long-term biotic constructs. **Australian Journal of Soil Research**. v. 39, p. 909-926, 2001.

SCHOBENHAUS, C. **Geologia do Brasil**: texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais, escala 1:2.500.000. Departamento Nacional da Produção Mineral. Brasília, 1984.

SCHULZE, D. G.; SCHWERTMANN, U. The influence of aluminium on iron oxides. X. The properties of Al-substituted goethites. **Clay Mineralogy**, v. 19, p. 521-539, 1984.

SCHWERTMANN, U. Use of oxalate for Fe extraction from soil. **Canada Journal Soil Science**. v. 53, p. 244-248, 1973.

SCHWERTMANN, U. Occurrence and formation of iron oxides in various pedo environments. In: STUCKI, J. W.; GOODMAN, B. A.; SCHWERTMANN, U., eds., **Iron in soils and clay minerals**; Proceeding of the A Nato Advanced Study Institute on Iron in Soils and Clay Minerals. Bad Windsheim, F.R.G., 1985, p.758-810.

SCHWERTMANN, U.; CARLSON, L. Aluminum influence on iron oxides: XVII Unit-cell parameters and aluminum substitution of natural goethites, **Soil Science Society America Journal**, v. 58, p. 256-261, 1994.

SCHWERTMANN, U.; KÄMPF, N. Óxidos de ferro jovens em ambientes pedogenéticos brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 7, n. 1, p. 215-255, 1983.

SCHWERTMANN, U.; TAYLOR, R. M. Iron Oxides. In: DIXON, J. B. ed. Minerals in environments. Madison, **Soil Science Society of America**, 1977. p. 145-180.

SCHWERTMANN, U.; TAYLOR, R. M. Iron Oxides. In: DIXON, J. B. ed. Minerals in environments. Madison, **Soil Science Society of America**, 1989. p. 145-180.

SHU-ZHENG, P. Oxygen. In: TIAN-REN, Y., (ed). **Physical chemistry of paddy soils**. Hong Kong : C&C, 1985. p.47-68.

SILVA, A. C. **Dinâmica da cobertura pedológica de uma área cratônica do Sul de Minas Gerais**. 191f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

SILVA, A. C. A relação entre o plantio de eucalipto no povoado de Lagoa Grande, município de Minas Novas (MG) e a falta de água na Lagoa Grande. **Lauda técnico**. Acesita Energética Ltda, 2006. 7p.

SILVA, A. C.; VIDAL-TORRADO, P. Gênese dos Latossolos húmicos e sua relação com a evolução da paisagem numa área cratônica do Sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 329-341, 1999.

SILVA, A. C.; ROCHA, W. W.; FRAGA, L. M. S.; FERREIRA, C. A.; ROMÃO, R. V. Levantamento pedológico, determinação da aptidão agrícola e avaliação do risco de erosão das terras da Acesita Energética Ltda no Vale do Jequitinhonha – MG. **Relatório Técnico Parcial**, Acesita Energética Ltda, 2007. 61p.

SILVA, A. C.; ROCHA, W. W.; FRAGA, L. M. S.; FERREIRA, C. A.; BISPO, F. H. A.; CAMPOS, J. R. R. Levantamento pedológico, determinação da aptidão agrícola e avaliação do risco de erosão das terras da ArcelorMittal (Acesita Energética Ltda) no Vale do Jequitinhonha – MG. **Relatório Técnico**, ArcelorMittal, dados não publicados.

SILVA, T. A. **Proposta metodológica para delimitação e classificação do ambiente de veredas utilizando imagens orbitais**. Belo Horizonte, UFMG. Dissertação – mestrado em Geografia. 2007.

SINGH, B.; GILKES, R. J. Concentration of iron oxides from soil clays by 5M NaOH treatment: The complete removal of sodalite and kaolin. **Clay Mineralogy**, v. 26, p. 463-472, 1991.

SOIL SURVEY STAFF. **Keys to soil taxonomy**. 8.ed. Washington, 1998. 326p.

SOIL SURVEY STAFF. **Soil taxonomy**: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. 2 ed. Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Washington, 1999. 871 p. (USDA. Agriculture Handbook, 436).

SOMBROEK, W. G. **Amazon soils**. Wageningen, Center for Agricultural Publications and Documentation, 1966. 292p. (Agricultural Research Reports, 672).

SOUZA, J. B. **Caracterização e gênese de solos em ambientes de cordilheira e campo de inundação periódica da sub-região do Pantanal de Poconé, MT.** 2003, 72f. Tese (Doutorado em Solos e nutrição de plantas), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2003.

SOUZA, J. D.; KOSIN, M.; TEIXEIRA, L. R.; MARTINS, A. A. M.; BENTO, R. V.; BORGES, V. P.; LEITE, C. A.; ARCANJO, J. B.; LOUREIRO, H. S. C.; SANTOS, R. A.; NEVES, J. P.; CARVALHO, L. M.; PEREIRA, L. H. M. Folha SD.24 - Salvador. In: SCHOBENHAUS, C.; GONÇALVES, J. H.; SANTOS, J. O. S.; ABRAM, M. B.; LEÃO NETO, R.; MATOS, G. M. M.; VIDOTI, R. M.; RAMOS, M. A. B.; JESUS, J. D. A. (eds). **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Sistema de Informações Geográficas:** Programa Geologia do Brasil. Brasília: CPRM, 2004 (CD-ROM).

STOOPS, G.; ESWARAN, H. **Micromorfogy in wetland soil:** Wethand soil, characterization, classification and utilization. International Rice Research Institute. Lar Danas. Laguna. Philippines. 1985.

STOOPS, G.; JONGERIUS, A. Proposal for a micromorphological classification in soil materials. I. A classification of the related distributions of coarse and fine particles. **Geoderma**, v. 13, p. 189-200, 1975.

STOOPS, G.; MARCELINO, V.; ZAUZYAH, S.; MAAS, A. Micromorphology of soil of the humid tropics. In: Ringrose-Voase, G. S., Humphreys, G. S. (eds), **Soil Micromorphology: Studies in Management and Genesis.** Elsevier, Amsterdam, **Development in Soil Science**, v. 22, p. 1-15, 1994.

THEISEN, A.A.; HARWARD, M.E. A paste method for preparation of slides for clay mineral identification by x-ray diffraction. **Soil Science Society of America Proceedings**, v. 26, p. 90-91, 1962.

THOMAS, M. F. **Geomorphology in the tropics:** a study of weathering and denudation in low latitudes. Union King: Wiley, 1994. 460p.

THOMPSON, M. L.; UKRAINCZYK, L. Micas. In: DIXON, J. B.; SCHULZE, D. G. **Soil Mineralogy with environment applications.** SSSA Book Series, n 7, ed. Madison, 2002, p. 431-461.

TORRENT, J.; SCHWERTMANN, U.; SCHULZE, D. J. Iron oxide mineralogy of some two river terrace sequences in Spain. **Geoderma**, v. 23, p. 191-208, 1980.

TROLARD, F.; BOURRIE, G.; JEANROY, E.; HERBILLON, A. J.; MARTIN, H. Trace metals in natural iron oxides laterites: A study using selective kinetic extraction. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 7, p. 1285-1297, 1995.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Levantamento de reconhecimento, com detalhes, de solos de chapadas do Alto Jequitinhonha.** 1980, 188f. Viçosa: Sociedade de Investigação Florestal, 1980.

VAHL, L. C. Fertilidade de solos de várzea. In: GOMES, A. S.; PAULETTO, E. A. (eds). **Manejo de solo e da água em áreas de várzea.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. 119-162p.

VAHL, L. C. **Toxidez de ferro em genótipos de arroz irrigado por alagamento**. 1991, 173f. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1991.

VIANA, M. B. **Programa de preservação de veredas na área de influência da UHE de Miranda**. 1987. 25f. Monografia (Curso de especialização em Análise Ambiental) – Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1987.

VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F. Morfogênese dos solos de uma topossequência com transição B latossólicos/B textural sobre migmatitos em Mococa (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 17, p. 109-119, 1993.

WOOD, B. W.; PERKINS, H. F. A field method for verifying plintite in southern coastal plain soils. **Soil Science**, v. 122, n. 4, p. 240-241, 1976.

WITTHIG, L. D.; ALLARDICE, W. R. X-Ray diffraction techniques. In: KLUTE, A., ed. Methods of soil analysis. Part 1: Physical and mineralogical methods. Madison, **American Society of Agronomy**, 1986. p. 331-362.

WRB - World Reference Base for Soil Resources. Rome, World Soil Resources Reports 103, 2008. 145 p. Disponível em:
<<http://www.fao.org/ag/agl/agll/wrb/doc/wrb2008final.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2008.

YAMANE, I. Electrochemical changes in rice soils. In: INTERNACIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Soil and Rice**. Los Banos, p. 381-398, 1978.

ZANGH, J. T. A study on relations of vegetation, climate and soils in Shanxi province, China. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 162, n. 1, p. 23-31, Sept. 2002.

APÊNDICE A – Descrição morfológica completa dos perfis

PERFIL 33

Gleissolo Háptico Tb Distrófico argissólico, A moderado, textura média/muito argilosa, relevo plano, fase vegetação de campo

Vegetação de campo (gramíneas); base da vereda, relevo plano (< 1% de declividade); Rochas do Grupo Macaúbas, muito mal drenado, perfil descrito no leito da Lagoa do Leandro seco até 30 cm e úmido a partir dessa profundidade, lençol freático a 95 cm da superfície, vegetação do entorno Cerrado.

Profundidade (cm)	Horizontes	
Superfície do solo	O	Galhos finos, folhas e raízes; plana e clara.
20	A	Preto esverdeado (GLEY 1 2,5/10Y); argilo-arenosa; mista, maciça que se desfaz em blocos subangulares e angulares, fraca a moderada, médios e pequenos e granular; macia, friável, plástica e pegajosa; poros comuns, pequenos, médios e grandes; raízes comuns muito finas, finas e médias; transição ondulada e abrupta.
36	BAg	Cinzentos azulados escuros (GLEY 2 4/10B); muito argilosa; mista, maciça que se desfaz em prismas e blocos fortes e médios; muito dura, muito firme, muito plástica e pegajosa; poucos poros médios e grandes; raízes raras muito finas e muito finas; transição ondulada e gradual.
77	Btg1	Cinzentos azulados claros (GLEY 2 7/5PB); muito argilosa; mista, maciça que se desfaz em prismas e blocos fortes e médios; muito dura, muito firme, muito plástica e pegajosa; poucos poros, médios e grandes; raízes muito raras e muito finas; transição ondulada e difusa.
+95	Btg2	Cinzentos azulados (GLEY 2 6/5PB); argilosa com pouco cascalho; mista, maciça que se desfaz em prismas e blocos fortes e médios; muito dura, muito firme, muito plástica e pegajosa; poucos poros pequenos, médios e grandes; raízes muito raras e muito finas.

PERFIL 34

“Latossolo Acinzentado Distrófico”, A moderado, epialumínico, textura argilosa, relevo suave ondulado, fase vegetação de cerrado

Vegetação de cerrado; sopé, relevo suave ondulado (6 a 8% de declividade); rochas do grupo macaúbas, bem a moderadamente drenado, perfil descrito com solo seco até 80 cm; biopedotúbulos preenchidos com material esbranquiçado, intensa atividade biológica ao longo do perfil; carvão a 80 cm de profundidade; perfil com + 15% de mosqueado no horizonte Bw; vegetação do entorno Cerrado.

Profundidade (cm)	Horizontes	
Superfície do solo	O	Galhos finos, folhas e raízes; plana e clara.
20	A	Bruno escuro (10YR 3/3); argilosa com cascalho; blocos subangulares moderado, pequenos, médios e grandes e granular; moderadamente dura, muito friável, muito plástica e muito pegajosa; muitos poros pequenos, médios e grandes; raízes comuns, muito finas e finas; transição plana e gradual.
44	AB	Bruno amarelado escuro (10YR 3/4); argilosa; blocos subangulares moderado, pequenos, médios e grandes e granular; moderadamente dura, friável, muito plástica e muito pegajosa; muitos poros pequenos, médios e grandes; raízes pouco muito finas e finas; transição plana e difusa.
75	Bw1	Bruno acinzentado muito escuro (10YR 3/2); argilosa; blocos subangulares moderado, pequenos, médios e grandes e granular; moderadamente dura, friável, muito plástica e pegajosa; muitos poros pequenos, médios e grandes; raízes comuns finas, finas médias e grossas, transição plana e gradual.
+150	Bw2	Bruno acinzentado muito escuro (10YR 3/2); mosqueados vermelho-amarelado (5YR 4/6) comuns pequenos e distintos; argilosa; blocos subangulares moderado, pequenos, médios e grandes; moderadamente dura a duro, friável, muito plástica e muito pegajosa; muitos poros pequenos, médios e grandes; poucas raízes muito finas, finas e médias.

PERFIL 35

Latossolo Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo suave ondulado, fase regeneração de cerrado

Vegetação faixa de Reserva Legal (regeneração de cerrado e eucalipto remanescentes); ombro, relevo suave ondulado (4 a 5% de declividade); Rochas do Grupo Macaúbas, acentuadamente drenado, perfil descrito com solo seco, atividade biológica intensa ao longo do perfil, fragmentos de carvão, câmara de formigueiro a 30, 43, 66 e 110 cm de profundidade, vegetação do entorno eucalipto e Cerrado (chapada).

Profundidade (cm)	Horizontes	
Superfície do solo	O	Galhos finos, folhas e raízes de eucalipto; plana e clara.
24	A	Cinzentos muito escuros (7,5YR 3/1); argilosa, blocos subangulares fortes, pequenos, médios e grandes e granular; ligeiramente dura a macia, friável, plástica e pegajosa; muitos poros pequenos, médios e grandes; raízes comuns muito finas e grossas; transição plana e gradual.
58	AB	Bruno escuro (7,5YR 3/3); argilosa; mista, maciça porosa que se desfaz em granular forte muito pequeno com alguns blocos subangulares moderado pequenos, médios e grandes; ligeiramente dura a macia, muito friável, muito plástica e pegajosa; muitos poros pequenos, médios e grandes; poucas raízes muito finas a grossas; transição plana e difusa.
77	BA	Bruno (7,5YR 4/4); argilosa; mista, maciça porosa que se desfaz em granular forte muito pequeno com alguns blocos subangulares moderado pequenos, médios e grandes; ligeiramente dura a macia, muito friável, muito plástica e pegajosa; muitos poros pequenos, médios e grandes; raízes raras muito finas e finas; transição plana e difusa.
+150	Bw	Bruno forte (7,5YR 4/6); argilosa; mista, maciça porosa que se desfaz em granular forte muito pequeno com alguns blocos subangulares moderado pequenos e médios; macia, muito friável, plástica e pegajosa; muitos poros pequenos, médios e grandes; raízes poucas muito finas e finas.

PERFIL 36

Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura muito argilosa, relevo plano, fase cerrado

Vegetação de eucalipto; topo, relevo plano (0 a 2% de declividade); Rochas do Grupo Macaúbas, acentuadamente drenado, perfil descrito com solo seco; intensa atividade biológica, rachaduras menores e carvão ao longo do perfil; aplicação de agrosílicio em abril/maio; adensamento ou compactação no BA e vegetação do entorno eucalipto.

Profundidade (cm)	Horizontes	
Superfície do solo	O	Raízes, galhos e folhas de eucalipto; plana e clara.
29	A	Bruno avermelhado escuro (5YR 3/2); muito argilosa; moderado pequenos, médios e grandes blocos subangulares e forte granular, muito pequeno; ligeiramente dura a dura, ligeiramente firme a friável, muito plástico e muita pegajosa; muitos poros pequenos, médios e grandes; muitas raízes muito finas e finas; transição plana e gradual.
68	BA	Bruno avermelhado (5YR 4/3); muito argilosa; forte muito pequeno granular com alguns moderado pequenos, médios e grandes, blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, muito plástica a muito pegajosa; muitos poros pequenos, médios e grandes; raízes comuns finas e médias; transição plana e difusa.
121	Bw1	Bruno avermelhado (5YR 4/4); muito argilosa; forte, muito pequeno granular; macia, muito friável, muito plástica e pegajosa; muitos poros pequenos, médios e grandes; muitas raízes finas, médias e grossas; transição plana e gradual.
+150	Bw2	Vermelho amarelado (5YR 4/6); muito argilosa; forte, muito pequeno granular; macia, muito friável, muito plástica e pegajosa; muitos poros pequenos, médios e grandes; raízes comuns finas e médias.