

THIAGO TORRES COSTA PEREIRA

**GÊNESE, CLASSIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE SOLOS  
DESENVOLVIDOS DE ROCHAS PELÍTICAS EM ÁREAS CULTIVADAS  
COM EUCALIPTO EM MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa, como  
parte das exigências do Programa de  
Pós-Graduação em Solos e Nutrição de  
Plantas, para obtenção do título de  
*Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL

2008

THIAGO TORRES COSTA PEREIRA

**GÊNESE, CLASSIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE SOLOS  
DESENVOLVIDOS DE ROCHAS PELÍTICAS EM ÁREAS CULTIVADAS  
COM EUCALIPTO EM MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa, como  
parte das exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Solos e Nutrição de  
Plantas, para obtenção do título de  
*Magister Scientiae*.

APROVADA: 22 de julho de 2008.

---

Prof. Nairam Félix de Barros  
(Co-orientador)

---

Prof. Júlio César Lima Neves  
(Co-orientador)

---

Prof. Carlos Ernesto G. R. Schaefer

---

Pesq. César da Silva Chagas

---

Prof. João Carlos Ker  
(Orientador)

*A Deus,  
À Cecília, Desirée, minha mãe, minha querida avó,  
À Helena, minha querida filha,  
Dedico.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela vida.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Solos, pela oportunidade de realização do curso.

À Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

À V&M Florestal, pelo apoio e financiamento dos trabalhos de campo.

Ao Professor João Carlos Ker pela orientação, incentivo, críticas, ensinamentos e pela valiosa amizade ao longo de todos esses anos de convívio.

Ao Professor Nairam Félix de Barros pela colaboração e contribuição no trabalho.

Ao Professor Júlio César Lima Neves pela participação no trabalho e pelas sugestões.

Aos Professores Carlos Ernesto Schaefer, Elpídio Inácio F. Filho, Hugo Alberto Ruiz, Jaime W. Vargas de Mello, Maurício Paulo Ferreira Fontes e Raphael Bragança, pelo apoio, amizade e ensinamentos.

Aos funcionários do Departamento de Solos: Carlos Fonseca, Carlinhos, Cláudio, Benedito, Geraldo Robésio, Ciro, José Francisco, Jorge Orlando e Zélia pela colaboração e apoio nos trabalhos laboratoriais.

À secretária da Pós-Graduação Luciana (Lu), pela amizade e pela solução dos problemas.

À minha esposa Cecília e minha filha Helena, pela motivação constante, e pelo conforto nos momentos difíceis.

Aos meus pais, por me ensinarem, acima de tudo, a respeitar o próximo e a seguir meus objetivos na vida.

À minha irmã, pela grande amizade e pelos pensamentos positivos.

Aos meus tios, avós e primos pelo carinho e incentivo.

Aos amigos Fabrício e Dario, que mesmo longe, sempre torceram por mim.

Ao Igor Assis, pela constante disponibilidade na solução das dúvidas e amizade. Ao Henrique Paye, grande companheiro de laboratório. Ao Fábio, Rafaele, Diana, Aline, Bruno, Michelle, Fernanda Costa, Dalton, Vando, Ivan, Kleberson, Breno, Sandro, Guilherme, Pacheco, David, Tangará, Gigi, e aos professores André Faria e Arlicélio, pela amizade.

Aos que não cito aqui, mas, que de alguma forma contribuíram para meu trabalho e aprendizado.

## **BIOGRAFIA**

THIAGO TORRES COSTA PEREIRA, filho de Gláucio Alves Pereira e Maria do P. Socorro Torres Costa, nasceu em 25 de setembro de 1980, na cidade de Ipatinga, Minas Gerais.

Em 2001 iniciou o Curso de Geografia na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. Em março de 2003 iniciou, como estagiário, suas atividades em pesquisa no Departamento de Solos da UFV, onde posteriormente, foi bolsista de iniciação científica até a conclusão do curso de graduação, em maio de 2006.

Em outubro de 2006 iniciou o Curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal de Viçosa finalizando-o com a defesa da presente dissertação em julho de 2008.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Levantamento de solo e transferência de conhecimento pedológico..	3
2.2. Mineralogia do solo.....	6
2.3. Latossolos.....	14
2.4. Cambissolos.....	15
2.5. Indicadores da qualidade do solo.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1. Caracterização da área de estudo.....	19
3.1.1. Localização.....	19
3.1.2. Clima.....	19
3.1.3. Geologia.....	21
3.1.4. Geomorfologia e vegetação.....	21

3.2. Mapeamento dos solos.....	23
3.3. Seleção dos perfis e coleta de amostras de solos.....	23
3.4. Caracterização física dos solos.....	24
3.4.1. Análise textural.....	24
3.4.2. Argila dispersa em água (ADA).....	24
3.4.3. Curva característica de retenção de água.....	24
3.4.4. Condutividade hidráulica (Ko) e densidade do solo (Ds).....	25
3.5. Caracterização química dos solos.....	25
3.5.1. Análise de rotina para avaliação da fertilidade do solo.....	25
3.5.2. Digestão sulfúrica.....	25
3.5.3. Digestão total.....	26
3.5.3. Ferro extraído pelo ditionito-citrato-bicarbonato de sódio e oxalato ácido de amônio.....	26
3.6. Carbono orgânico total (COT).....	27
3.7. Análise mineralógica.....	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1. Características morfológicas e físicas dos solos.....	28
4.2. Características químicas dos solos.....	38
4.3. Digestão sulfúrica e total.....	43
4.4. Características mineralógicas dos solos.....	51
4.5. Classificação e mapeamento de solos.....	73
5. CONCLUSÃO.....	80
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	83
APÊNDICE.....	96



## RESUMO

PEREIRA, Thiago Torres Costa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2008.  
**Gênese, classificação e mapeamento de solos desenvolvidos de rochas pelíticas em áreas cultivadas com eucalipto em Minas Gerais.** Orientador: João Carlos Ker. Co-orientadores: Nairam Félix de Barros e Júlio César Lima Neves.

Em virtude da demanda por áreas cultiváveis tornar-se muito grande nos últimos anos, áreas ocupadas por solos até então tidos como marginais ao aproveitamento agrícola estão sendo reavaliadas e estudadas visando seu aproveitamento com plantios florestais, a exemplo dos Cambissolos desenvolvidos de rochas pelíticas do Grupo Bambuí. Em razão da expressividade destes solos, normalmente associados a Latossolos, selecionou-se as áreas das Fazendas Olhos d'Água e Cachoeira, pertencentes à empresa V&M Florestal (Curvelo - MG), cujos principais objetivos foram: estudar as características físicas, químicas e mineralógicas dos solos; compreender os processos pedogenéticos atuantes; mostrar a distribuição espacial dos solos por meio de mapeamento semi-detalhado na escala 1:20.000. As amostras de solos (LVA, LV e CX) foram submetidas às análises físicas e químicas de rotina, retenção de água, digestão total e sulfúrica, e análises mineralógicas. De acordo com os resultados, constatou-se que os CX das Fazendas Olhos d'Água e Cachoeira apresentaram teores médios de silte de 40 e 54 %, respectivamente, com textura variando de argilo-siltosa a franco-argilo-siltosa. São ácidos, distróficos e álicos. Podem apresentar linhas de pedra em diferentes profundidades e estão normalmente associados a topografias mais movimentadas. Algumas características observadas nos CX, como direção

horizontalizada do material de origem, elevados teores de silte e de densidade do solo, predomínio de caulinita e ilita na fração argila, consistência dura ou muito dura quando secos, e estrutura em blocos subangulares fracamente desenvolvida, estimulam a formação de selamento superficial e erosão laminar acentuada, contribuindo para a queda de qualidade dos sítios florestais nas áreas de ocorrência destes solos. A menor capacidade de retenção de água pelos materiais dos horizontes A e Bi dos CX, associada à baixa condutividade hidráulica, à pouca espessura do *solum* e maior dificuldade de infiltração de água em razão da topografia e do selamento superficial, parece ser indicativo de menor capacidade de recarga hídrica nas áreas onde ocorrem (CX), podendo contribuir para a depreciação na qualidade dos sítios florestais. Resultados de  $K_i$  em torno de 2,0 para os CX indicam menor pedogênese e maior proporção de caulinita e ilita na fração argila, comparativamente aos Latossolos. Nesta fração, foram constatadas também gibbsita e VHE. A fração silte revelou a presença principalmente de mica e quartzo e a fração areia, basicamente quartzo, confirmando a baixa reserva de nutrientes nas frações grosseiras. Todos os LVA e LV são ácidos, distróficos, na maioria álicos, e de textura argilosa ou muito argilosa. Apresentam estrutura geralmente do tipo blocos subangulares e consistência variando de ligeiramente dura a dura quando secos. Os LV apresentaram menores teores de silte do que os LVA, 23 e 31%, respectivamente, indicando maior intemperização, ainda que os resultados de  $K_i$  sejam semelhantes entre estas duas subordens. São profundos, podendo apresentar linha de pedra, em geral, abaixo de 150 cm. Na fração argila dos Latossolos foram constatadas caulinita, ilita, gibbsita, e VHE. A presença de gibbsita parece ser maior do que a constatada na fração argila dos CX, a inferir-se pelos resultados do  $K_i$ , em torno de 1,4. A fração silte revelou a presença principalmente de quartzo e mica e a fração areia, basicamente quartzo. Ainda que não existam diferenciações químicas e físicas marcantes entre os Latossolos, constatou-se nos perfis P8 e P10, ambos LV, magnetização considerável na fração areia, cuja difratometria de raios-X confirmou a presença de magnetita. Diferentemente de todos os LV do presente estudo, o P10 se destacou pela ocorrência de teores de  $Fe_2O_3$  da digestão sulfúrica de  $22 \text{ dag kg}^{-1}$  para os horizontes A e Bw.

## ABSTRACT

PEREIRA, Thiago Torres Costa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2008.  
**Genesis, classification and mapping of soils developed from pelitic rocks in areas cultivated with eucalyptus in Minas Gerais.** Adviser: João Carlos Ker. Co-advisers: Nairam Félix de Barros and Júlio César Lima Neves.

Because the demand for arable areas has turned very intense in the last years, soils then considered as not appropriate to agricultural use are now being revalued and studied in order to use them for forest plantings, to example of Cambisols developed from pelitic rocks of Bambuí Group. In reason of the expressiveness of these soils, usually associated Latossols, it was selected the areas of Farm Olhos d'Água and Cachoeira, Minas Gerais State, whose objectives were: study the physical characteristics, chemistries and mineralogical of the soils; understand the processes of soil genesis; show the space distribution of the soils through semi-detailed mapping, in the scale 1:20.000. The samples of soils were submitted to the physical and chemical analyses of routine, retention of water, total and sulfuric digestion, and mineralogical analyses. It was verified in Cambisols medium tenor of silt of 47%. Some characteristics observed in these soils, as horizontal direction of the origin material, high silt tenors and of density of the soil, kaolinite and illite prevalence in the fraction clay, consistence hard or very hard when dry, and structure in blocks faintly developed contribute to low quality of the forest planting. The smaller capacity of water retention of Cambisols, associated to the low hydraulic conductivity, to the little thickness of the *solum* and larger difficulty of infiltration of water, in reason of topography and of

superficial stamp, seems to be indicative of smaller capacity of water recharge in the areas where they appear, could contribute to the depreciation in the quality of the forest planting. Results of  $K_i$  around 2,0 for Cambisols indicate smaller soil genesis and larger kaolinite proportion and illite in the fraction clay, comparatively to Latosols. In this fraction also verified gibbsite and VHE. The silt fraction revealed the presence mainly of mica and quartz and the sand fraction, basically quartz, confirming the low reserve of nutrients in the larger fractions. In the fraction clay of Latosols, kaolinite, illite, gibbsite, and VHE were verified. The gibbsite presence is larger than verified in the fraction clay of Cambisols, to infer for the results of  $K_i$ , around 1,4. The low tenors of CaO, MnO, MgO and, mainly  $P_2O_5$ , obtained by the total digestion, revealed the low capacity of reserve of these nutrients in all the studied soils. As for total  $K_2O$ , the largest tenors in Cambisols indicate larger presence of micas in relation to Latosols.

## 1. INTRODUÇÃO

Diante de um mercado globalizado e com uma demanda cada vez maior por informações e mercadorias, uma importante parte do setor produtivo, que se consolidou definitivamente como algo essencial para o Produto Interno Bruto (PIB) do país está relacionada à atividade agrária, sendo o setor florestal um ramo destacado dessa atividade.

De acordo com a Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas, o setor florestal brasileiro abrange atualmente aproximados 5,4 milhões de hectares de florestas plantadas com eucalipto e pinus (ABRAF, 2007). Desse montante, são pertencentes à empresa V&M Florestal 106 mil hectares de eucaliptos plantados, distribuídos em 187 mil hectares de florestas com ilhas e faixas preservadas de vegetação nativa, gerando uma capacidade anual de produção de 280 mil toneladas de carvão vegetal (VMF, 2007).

O consumo anual de produtos de origem florestal no Brasil, em números aproximados, equivale a 263,5 milhões de m<sup>3</sup> (GARLIPP, 2006). Estima-se que desse total, 82,2 milhões de m<sup>3</sup> sejam oriundos de florestas plantadas, enquanto o restante, em torno de 181,3 milhões de m<sup>3</sup>, sejam supridos por produtos florestais de origem nativa. Além da importância econômica, o crescimento da produção de madeira proveniente das florestas plantadas possui grande importância ambiental pelas possibilidades de redução das pressões sobre a vegetação nativa.

Estudos apresentados pelo Programa Nacional de Florestas e Fórum de Competitividade (PNF, 2000) apontam para um déficit de matéria-prima oriunda de reflorestamento nos próximos anos, já que a oferta de madeira advinda de plantios florestais é insuficiente para atender a demanda. Espera-se assim um crescimento da produção do setor florestal, o que já acontece em vários estados do país. No entanto, um grande impasse para o setor tem se relacionado à aquisição de novas terras. Como a demanda por áreas cultiváveis tornou-se muito grande nos últimos anos, destacando a grande utilização e produtividade dos Latossolos no cerrado, novos solos, como os Cambissolos e Neossolos Quartzarênicos estão sendo incorporados aos plantios florestais. Em razão de muitos desses solos apresentarem propriedades físicas, químicas e mineralógicas diferentes daquelas dos Latossolos, a exemplo dos Cambissolos Háplicos desenvolvidos de rochas pelíticas do Grupo Bambuí em Minas Gerais, uma série de limitações pode ocorrer, como adensamento, restrição ao crescimento do sistema radicular e infiltração de água no solo, perda de solo por erosão, que pode repercutir em um aumento dos gastos com práticas de manejo, além de comprometer a produção.

Neste sentido, o levantamento de solo tornou-se ferramenta importante na busca de entendimentos para as restrições naturais dos solos à prática silvicultural, porque além de permitir uma caracterização física, química e mineralógica dos solos, definindo-os e espacializando-os, procura compreender os processos pedogenéticos atuantes, possíveis de serem relacionados a indicadores que interferem na diferenciação dos solos e que refletem na qualidade de sítios florestais.

Assim, considerando a expressividade dos Cambissolos, normalmente associados a Latossolos, ambos desenvolvidos de rochas pelíticas encontrados na região da Bacia do São Francisco, selecionou-se as áreas das Fazendas Olhos d'Água e Cachoeira, pertencentes à empresa V&M Florestal, localizadas no município de Curvelo – MG, cujos objetivos foram:

- i. Estudar as características físicas, químicas e mineralógicas dos solos das fazendas, e compreender os processos pedogenéticos atuantes;
- ii. Mostrar a distribuição espacial dos solos das fazendas estudadas, por meio de mapeamento semi-detalhado, na escala 1:20.000;
- iii. Fornecer subsídio a trabalhos futuros que avaliarão a produtividade da cultura do eucalipto a partir de uma diferenciação dos sítios florestais.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Levantamento de solo e transferência de conhecimento pedológico**

A finalidade de um sistema de classificação consiste na ordenação dos conhecimentos em relação a um objeto (BUOL et al., 1997), visando facilitar a memorização de todas as suas propriedades de maneira mais compreensível (CLINE, 1949). Neste sentido, a classificação torna-se um meio de comunicação, cujas palavras que identificam uma classe de solo representam uma síntese de tudo o que se sabe, sistematicamente, sobre os solos que pertencem àquela classe (RESENDE et al., 2007). Para estes autores um dos propósitos da classificação é o de organizar o conhecimento, já que além do nome central, a classe pode vir acompanhada de informações como textura, pedregosidade, rochosidade, relevo e vegetação original.

A classificação de solo pode ser interpretativa e taxonômica (BARNES, 1949; OLIVEIRA, 1972). A classificação interpretativa agrupa os solos de acordo com uma finalidade de uso, como a aptidão agrícola da terra (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995), enquanto a classificação taxonômica constitui no agrupamento de solos em categorias sucessivas de modo a reconhecer suas propriedades e compreender suas relações (CLINE, 1949).

A relação entre a classificação e o levantamento de solos fica estabelecida no momento em que solos semelhantes são reunidos em classes, que combinadas com

informações relativas ao meio ambiente, constituem a base fundamental para a composição de unidades de mapeamento, cuja distribuição espacial, extensão e limites são mostrados em mapas (EMBRAPA, 1995; IBGE, 2007).

O levantamento de solo permite a descrição das características físicas, químicas e mineralógicas dos solos de uma área, os enquadram segundo um sistema de classificação, delimitam suas ocorrências na paisagem, representando-as em mapas, com posterior interpretação para uso agrícola e não-agrícola (USDA, 1993; EMBRAPA, 1995; IBGE, 2007; RESENDE et al., 2007). No processo de mapeamento, o pedólogo usa os conhecimentos e princípios da geografia dos solos (localização, distribuição, e modelo de ocorrência dos vários tipos de solo), combinando observações da superfície e subsuperfície do solo com observações da topografia e cobertura vegetal (BUOL et al. 1997).

Neste caso, além da necessidade de conhecer quais tipos de solo que estão na paisagem, há também a necessidade em atender as propriedades desses solos, que ditam suas potencialidades e limitações (NORFLEET et al., 2003). Assim, DENT e YOUNG (1981) consideram que o objeto principal de um levantamento de solos é disponibilizar informações sobre os solos, permitindo fazer predições sobre o seu potencial, sendo os diversos tipos de usos específicos, melhores do que poderiam ser feitos sem essas informações.

No Brasil, desde a década de trinta, quando surgiram os primeiros levantamentos de solos (AMARAL, 1946), a maioria deles esteve destinada a menores escalas e riqueza de detalhes, como os levantamentos exploratórios e de reconhecimento. Conforme CHAGAS (2006), os sistemas de classificação e os métodos de mapeamento desenvolvidos para estes levantamentos mais generalizados carecem de revisão, atualização e de maior riqueza de informações, de modo a satisfazer as necessidades dos levantamentos de solos mais detalhados.

Extensas áreas em todo o país ainda carecem desse tipo de levantamento mais detalhado (LARACH, 1983; RESENDE e REZENDE, 1983; SILVA, 2000; CHAGAS, 2006; KER, 2007; OLIVEIRA, 2007; SANTOS, 2007), e em escala adequada para solucionar problemas de uso do solo, manejo, conservação, prevenção e recuperação de áreas degradadas, agrícolas e não-agrícolas (SANTOS, 2007). Neste caso, a atualização dos mapeamentos, em escala e nível de detalhamento maior é essencial para o planejamento agrícola e ambiental, o que leva a uma necessidade contínua por este tipo de atividade (BASHER, 1997).



RESENDE et al. (2007) relacionaram o detalhe nos levantamentos de solos com as densidades de observação, cujo nível representa o grau de segurança e o número de previsões a respeito de determinado local representado no mapa. Um exemplo da necessidade desse nível de detalhamento está relacionado às empresas florestais MENEZES (2005), que vem realizando levantamentos pedológicos em escalas cada vez maiores. Para GREY (1985), tais ações permitem subsidiar e elaborar mapas das áreas florestais de modo a orientar nas decisões relativas às práticas de manejo.

Novos desafios estão sendo relacionados aos levantamentos de solos, como resultados do rápido desenvolvimento da técnica do Sistema de Informação Geográfica (SIG) (ZINCK, 1990). Apontando para uma necessidade de adequação em relação às novas tendências, CHAGAS (2006) ressalta que os pedólogos devem buscar, por meio de pesquisa e adoção de novas técnicas, meios para tornar os levantamentos mais rápidos, menos custosos e mais quantitativos, adequando-os às necessidades dos usuários modernos.

Assim, os levantamentos, que em décadas não mudaram substancialmente nos seus conceitos ou formatos, devem evoluir para satisfazer as necessidades e expectativas atuais, compondo dados eficientes e inovadores, capazes de melhorar a apresentação e interpretação das informações (BASHER, 1997). Neste caso, a cartografia digital aplicada aos solos ganha muita expectativa por tratar-se de um novo desafio, relacionado à reunião e organização de dados de solos e meio ambiente, o que já representa uma contribuição inestimável aos estudos de solos, além de constituir uma base para o mapeamento de classes e/ou propriedades de solos (GALVÃO e FORMAGGIO, 2007). No entanto, segundo KER (2007), a necessidade, por exemplo, de levantar informações sobre o comportamento de plantas cultivadas em classes de solos de pior qualidade ou com características físicas, químicas e mineralógicas diferentes daquelas dos Latossolos reforça o pensamento de que os dados a serem trabalhados pelos novos métodos de mapeamento devam ser atualizados com informações obtidas nos trabalhos de campo, o que de certa forma faz destacar o trabalho do pedólogo.

De acordo com RESENDE e REZENDE (1983) e van WAMBEKE (1992), a classificação dos solos permite correlacioná-los em locais diferentes, favorecendo, desta maneira, a transferência de informações técnicas. No entanto, o sucesso da transferência de conhecimento depende de como extrapolar os resultados obtidos de um ecossistema para outro, com características semelhantes.

Neste sentido, o trabalho de campo firma-se como algo fundamental para a geração e correlação de informações importantes entre ambientes, sendo capazes de auxiliar na diferenciação e definição da aptidão dos solos para as práticas de manejo (VINK, 1963). Assim, pelo fato do solo se apresentar como um indicador natural da capacidade produtiva de um local (RESENDE e REZENDE, 1983), suas características e potencialidades irão permitir a identificação da aptidão agrícola das áreas (CASTRO, 1983; SCHNEIDER et al., 2007).

De acordo com RESENDE et al. (2007), os problemas da transferência de informação de uma área para outra encontram, na classificação da aptidão agrícola do solo, não a solução, mas uma referência para facilitar o bom senso e o discernimento. Dessa forma, o levantamento de solo, utilizado racionalmente e sendo capaz de direcionar recursos e planejar a produção agrícola, pode contribuir com informações capazes de auxiliar na produção de outro local, o que de certa forma auxilia e amplia a função sócio-ambiental dos levantamentos (CASTRO, 1983).

## **2.2. Mineralogia do solo**

O estudo da mineralogia dos solos é de grande valor quando se trata de observar o comportamento físico e químico dos solos, sendo importante fazer uma completa identificação dos minerais primários e secundários presentes no perfil quando a produção vegetal é o objetivo final (REATTO et al., 1998).

Quando os solos são mais intemperizados (Latosolos), o aspecto mineralógico das rochas é menos influente do que em solos mais jovens (Cambissolos, por exemplo), nos quais a influência do material de origem pode-se fazer presente de modo mais intenso. Nas regiões tropicais geologicamente estáveis nas quais estes solos ocorrem, existe uma evolução histórica complexa causada por mudanças climáticas múltiplas e ciclos geomórficos, cuja evolução química dos solos tende a uma parcial ou completa remoção de Si e bases, e acumulação de elementos menos móveis, com tendência à permanência de materiais aluminosos (RESENDE e REZENDE, 1983; van WAMBEKE, 1992; MUGGLER et al., 2007).

De modo geral, os minerais da fração argila formados nestes ambientes tropicais consistem usualmente de caulinita, além de goethita, hematita e gibbsita, cujas proporções variáveis destes materiais no solo dependem do material de origem, da

intensidade de intemperismo e das condições de drenagem (van WAMBEKE, 1992; KER, 1998; RESENDE et al., 2005; MUGGLER et al., 2007; RESENDE et al., 2007; SCHAEFER et al., 2008). De acordo com SCHAEFER et al. (2008), todos os Latossolos tem caulinita e goethita na fração argila. Menos comumente, argilominerais 2:1 são também encontrados, usualmente como fases de intemperismo transicional ou herdadas do material de origem. Assim, quantidades pequenas de vermiculita com Al-hidróxi entrecamadas (VHE), ilita, anatásio, rutilo, maghemita e mesmo haloisita podem ser observados nestes solos (van WAMBEKE, 1992; RESENDE et al., 2007), geralmente com menores proporções destes argilominerais nos Latossolos em relação aos Cambissolos.

Em muitos Latossolos do Brasil, pequenas quantidades de VHE têm sido detectadas na fração argila (KER, 1995:1998; SCHAEFER et al., 2008). Em alguns destes solos, foi relatado que a presença de ilhas de Al-hidróxi foi capaz de bloquear sítios de troca, decrescendo grandemente a CTC e promovendo o efeito “anti-gibbsítico” proposto por JACKSON (1964). No entanto, RODRIGUES NETTO (1996) detectou traços de VHE e ilita mesmo em Latossolos gibbsíticos profundamente alterados e com valores de  $K_i$  muito baixos. A coexistência de ilita e gibbsita também foi observada por ALMEIDA (1979), no entanto, em solos menos alterados (Cambissolos), com resultados de  $K_i > 2,0$ .

Quanto à fração grosseira (silte e areia) dos solos de regiões tropicais, geralmente prevalece o mineral quartzo, com quantidades traços de muscovita (SCHAEFER et al., 2008). Além destes, a magnetita e ilmenita também podem ocorrer na fração grosseira, principalmente relacionada a rochas básicas, sendo este primeiro mineral uma importante fonte de elementos traços ao solo (RESENDE, 1976).

Quanto às micas presentes no solo, estas constituem minerais filossilicatados firmes, não-hidratados, com presença de cátions entrecamadas balanceando uma alta carga em suas camadas (FANNING et al., 1989). Neste caso, maior atenção é dada aos minerais micáceos com presença de K como cátion entrecamadas, desde que estes sejam abundantes e importantes na maioria dos solos. O íon K liga-se por forças coulômbicas em coordenação com as cargas negativas geradas por substituição isomórfica, o que segundo SPARKS (1987), corresponde a -1,0 por unidade de fórmula nas camadas de micas, resultante de três mecanismos: substituição de  $Si^{4+}$  por  $R^{3+}$  (principalmente  $Al^{3+}$  e  $Fe^{3+}$ ) nas posições tetraédricas; substituição de  $R^{2+}$  ou  $R^{3+}$  por  $R^+$  ou  $R^{2+}$  nas posições octaédricas; ou posições octaédricas vazias.

A ligação do K é favorecida pelo seu raio iônico (1,33 Å), que se ajusta ao poro ditrigonal, e por sua baixa energia de hidratação (0,337 kJ mol<sup>-1</sup>) (SPARKS, 1987; FANNING et al., 1989). A liberação de K destes sítios é um processo muito lento, quando comparado com a mobilidade de K na solução do solo. Nos minerais micáceos a liberação é consequência de dois processos (SPARKS, 1987): transformação de micas com K entrecamadas para minerais 2:1 expansíveis, pela troca de K por cátions hidratados; e dissolução das micas, seguida pela formação dos produtos do intemperismo. A importância relativa destes processos depende da estabilidade das micas e da natureza do ambiente no qual está inserido o solo.

Neste caso, o suprimento de K depende de uma considerável extensão de tipos, quantidades e tamanhos das partículas de micas, já que quanto menores mais rapidamente liberam K em comparação com partículas maiores (FANNING et al., 1989). SCOTT (1968) em estudo sobre a relação entre liberação de K e tamanho de micas, revelou que micas pequenas liberaram uma grande parte do K presente nas entrecamadas, considerando que partículas do tamanho de silte mostraram quase que nenhuma liberação do K.

O K<sup>+</sup>, que usualmente é o cátion “não trocável” presente nas entrecamadas que pode ser substituído por cátions hidratados trocáveis, contribui para que micas funcionem como precursores de vermiculitas e esmectitas (PAL et al., 1987; FANNING et al., 1989; MELO, 1998; PAL et al., 2001). Neste caso, as micas podem estar freqüentemente presentes em solos como componentes de partículas que tem sido apenas parcialmente transformadas em minerais expansíveis 2:1, de forma que haja uma interstratificação ou que ocorra pontuações de micas cercadas por zonas expansíveis (FANNING et al., 1989).

Quanto ao intemperismo dos minerais micáceos e transformação para minerais 2:1, evidências de testes laboratoriais e observações de campo têm comprovado a maior capacidade da biotita (trioctaedral) de alterar-se frente às mudanças ambientais comparativamente à muscovita (dioctaedral). De acordo com GIESE (1977), tal observação está relacionada à orientação OH, que tem grande influência na interação com cátions presentes por causa da forte repulsão entre os cátions das entrecamadas e os hidrogênios das hidroxilas, repercutindo em uma alta energia de interação nas micas dioctaedrais comparativamente às micas trioctaedrais. No entanto, é apontado que os processos de alteração de micas em minerais expansíveis 2:1 implica em mais do que um simples ponto de interação eletrostática entre K e unidades cristalográficas (SPARKS, 1987). Neste caso, não apenas a orientação OH, mas seqüências de

empilhamento, distorção estrutural, distribuição das cargas nas camadas e distribuição de sítios vazios determinam a magnitude das forças de interação entrecamadas das micas e as conseqüentes resistências ao intemperismo (SPARKS, 1987; FANNING et al., 1989).

Estudos realizados por PAL et al. (2001) propuseram que o K liberado do intemperismo da biotita pode inibir o intemperismo da muscovita indicando que quantidades deste mineral não podem ser índices de reserva de K no solo quando as duas micas coexistem. Sendo assim, as atividades de K em solução serão superiores aos níveis críticos da muscovita, já que para micas dioctaedrais tais níveis são tão baixos que até mesmo contaminações por impurezas em teste laboratoriais realizados por SCOTT e SMITH (1966) foram suficientes para prevenir a liberação de K. Sendo assim, estudos sobre minerais micáceos realizados têm mostrado que não é quantidade de mica, mas sim a natureza do mineral que pode restringir a liberação de K para a solução do solo (PAL et al., 2001).

Quanto à illita, esta foi proposta com o nome de mica que ocorre em sedimentos argilosos. Estes materiais foram idealizados como sendo similares a materiais que foram chamados de sericita e hidromica e que eram diferenciados da muscovita primária por serem pobremente cristalinos, com menor conteúdo de  $K_2O$  e maior conteúdo de  $H_2O$  (FANNING et al., 1989). Illitas representam minerais micáceos dioctaedrais, aluminosos e com presença de K, cujas camadas são consideradas não-expansivas (SRODON e EBERT, 1984; FANNING et al., 1989). De acordo com MELO et al. (2005), a abundância de K não-trocável em Latossolos brasileiros é diretamente relacionada à presença de illita e fragmentos de caulinita, bem como à pequena presença de minerais primários micáceos na fração silte e areia.

Rochas pelíticas, como xistos e ardósias, são usualmente ricas em grãos finos de micas do tipo illita (FANNING et al., 1989), que também podem ser formadas por intemperismo de muscovitas.

Para a caulinita, esta é considerada a fase relativamente estável para a maioria dos solos (FANNING et al., 1989; van WAMBEKE, 1992; KER, 1998; RESENDE et al., 2007; SCHAEFER et al., 2008). É importante produto do intemperismo em baixas latitudes (VARAJÃO et al., 2001), sendo constituinte comum dos saprolitos e o mais abundante argilomineral dos solos (DIXON, 1989), podendo ser relacionada à maioria dos Latossolos brasileiros como o argilomineral mais expressivo (RESENDE et al., 2005; MUGGLER et al., 2007; SCHAEFER et al., 2008). Origina-se da alteração de vários minerais primários, especialmente feldspatos e micas, ou de minerais secundários

(dissolução de minerais 2:1), em diferentes condições ambientais (SCHAEFER et al., 2008). Em uma transformação direta de muscovita para caulinita, as látiçes da muscovita são destruídas, mas a caulinita formada pode ainda exibir uma relação morfológica do mineral precursor (NAHON, 1991).

Os fatores que favorecem a formação de caulinita são aqueles relacionados a condições de clima quente e úmido, com drenagem livre (mas sem uma lixiviação excessiva) e baixo pH (RESENDE et al., 2005; RESENDE et al., 2007). Estas condições são comuns nos trópicos e contribuem para a grande abundância deste mineral na fração argila dos Latossolos (SCHAEFER et al., 2008).

Quanto aos óxidos de Fe, termo genérico que inclui óxidos, hidróxidos e oxihidróxidos de Fe, estes ocorrem sob influência dos fatores de formação do solo comuns (temperatura, umidade, pH, Eh, etc.), e assim refletem as condições pedoambientais sob as quais foram originados (RESENDE et al., 2007; SCHWERTMANN e TAYLOR, 1989; KÄMPF e CURI, 2000). Uma vez formados, fases minerais, composição e distribuição dos óxidos podem estar sujeitos a modificações contínuas visando equilibrarem-se com eventuais mudanças ambientais experimentadas pelo solo (KÄMPF e CURI, 2000).

Até mesmo em baixas concentrações, os óxidos de Fe têm um alto poder pigmentante e imprimem cor a muitos solos, que são determinadas pelo tipo e distribuição ao longo do perfil, contribuindo para explicar a pedogênese, além de auxiliar nos sistemas de classificação de solos (SCHWERTMANN e TAYLOR, 1989; RESENDE et al., 2007).

Nos sistemas tropicais e subtropicais (van WAMBEKE, 1992), os óxidos de Fe pedogenéticos mais freqüentes estão relacionados à goethita, indicada pela coloração amarelada ou brunada (2.5Y – 5YR) e hematita, que imprime coloração avermelhada (2.5YR – 5R) até mesmo quando presente em menor quantidade. De acordo com TORRENT et al. (1983), o avermelhamento dos solos tem sido significativamente correlacionado com o conteúdo de hematita. Para os Latossolos brasileiros, KÄMPF e SCHWERTMANN (1983), CURI e FRANZMEIER (1984) e KÄMPF e CURI (2000) apontaram a cor do solo como uma das mais distintas feições dos ambientes tropicais, mostrando boa relação com a natureza do componente oxidico.

Entre os óxidos de Fe, a goethita é considerada a forma mais estável e mais difundida em solos e ambientes intemperizados, como nos Latossolos (RESENDE, 1976; SCHWERTMANN e TAYLOR, 1989; KÄMPF e CURI, 2000). Nos Latossolos Vermelhos, a goethita tem sua coloração mascarada pelo alto poder pigmentante da

hematita, sendo este último geralmente desprezível ou ausente em solos amarelos, indiferentemente do teor total de Fe presente (RESENDE, 1976; CURI, 1983; KÄMPF et al., 1988).

A maghemita e magnetita são menos freqüentes no solo, impõem coloração bruno-avermelhada (5YR – 2.5YR) e possuem propriedades magnéticas. Parece que existem alguns caminhos pelos quais pode ocorrer a formação de maghemita nos solos: oxidação da magnetita, desidratação da lepidocrocita, e transformação de outros óxidos de Fe pedogenéticos pelo aquecimento entre 300 e 425 °C na presença de componentes orgânicos, gerando uma condição redutora (SCHWERTMANN e TAYLOR, 1989).

A magnetita pode ser importante fonte de elementos traços ao solo (RESENDE, 1976; KER, 1995; SCHAEFER et al., 2008). Este mineral ocorre comumente como grãos escuros na fração mineral grosseira de muitos solos, e é de origem litogênica, já que magnetita pedogenética ainda não foi detectada, embora grãos finos deste mineral possam ser facilmente sintetizados sob algumas condições ambientais (SCHWERTMANN e TAYLOR 1989). Em estudos sobre a ocorrência de concreções ferruginosas em Latossolos Vermelhos do Grupo Bambuí, VIANA et al. (2006) apontaram para a presença de magnetita possivelmente pedogenética nestes solos a partir de transformação induzida pelo fogo em óxidos de Fe pedogenéticos.

De acordo com SCHAEFER et al. (2008), Latossolos magnéticos são associados a materiais parentais ricos em Fe, com magnetização alta da fração argila somente em solos derivados de rochas máficas, tufticas ou itabiríticas. A fração grosseira destes solos tem forte susceptibilidade magnética relacionada à magnetita.

A formação dos óxidos de Fe pode estar relacionada à liberação de Fe constituinte de silicatos por meio da protólise e oxidação. A forte tendência para o Fe é a hidrólise e formação de óxidos de baixa solubilidade em  $\text{pH} > 3$  (LINDSAY, 1979; SCHWERTMANN e TAYLOR, 1989). Hematitas formam-se de ferridrita, que é uma fase menos cristalina, a partir de agregação, desidratação e rearranjo estrutural, desde que as condições solo-ambiente sejam favoráveis, como baixa atividade de sílica em solução e pequenas quantidades de matéria orgânica, cujos resultados sejam a baixa complexação de Fe (SCHWERTMANN e TAYLOR, 1989; KÄMPF e CURI, 2000; SCHAEFER, 2008). Estas condições são típicas de sistemas com drenagem livre caracterizados por alta temperatura e com água suficiente para causar grandes taxas de alteração e lixiviação de sílica. Em contraste, temperaturas mais amenas, com alta atividade de  $\text{H}_2\text{O}$  e altos conteúdos de matéria orgânica, são fatores que favorecem a formação de goethita. A ampla ocorrência de solos com horizontes superficiais

amarelados acima de subsolos vermelhos sugere que na presença de matéria orgânica a formação de goethita pode ter sido favorecida sobre a hematita (KÄMPF e CURI, 2000).

A adsorção específica de ânions pelos óxidos de Fe, como a relacionada aos fosfatos, representam um dos grandes e mais importantes acontecimentos nos solos (SCHWERTMANN e TAYLOR, 1989). Além dos óxidos de Fe, a adsorção de fosfato na maioria dos solos tropicais também é usualmente atribuída aos óxidos de Al, e caulinita, sendo este fato creditado à presença de grupos Fe-OH e Al-OH na superfície do mineral (FONTES e WEED, 1996). Especificamente para os óxidos de Fe, CURI e FRANZMEIER (1984) reportaram o alto e baixo poder adsortivo para solos mais goethíticos e mais hematíticos, respectivamente, em uma mesma topossequência. Isto reforça a idéia de alguns autores de que existe boa relação entre cor do solo e adsorção de fosfatos (FONTES e WEED, 1996).

Quanto à gibbsita, este é o mais comum polimorfo de  $\text{Al}(\text{OH})_3$  na natureza, que ocorre somente em solos ácidos e altamente intemperizados (HSU, 1989). Embora a gibbsita seja um óxido que comumente ocorre em vários solos sob diversas condições climáticas, este mineral tende a ocorrer mais intensamente em Latossolos (HSU, 1989; SCHAEFER et al., 2008), nos quais os processos de intemperismo e lixiviação são mais atuantes, o que repercute em alguns casos, na maior quantidade de gibbsita em relação à caulinita (SCHAEFER et al., 2008). Em contraste, segundo estes autores, a gibbsita será ausente em solos menos intemperizados, com  $K_i > 2,0$ . No entanto, em estudo sobre Cambissolos desenvolvidos de rochas pelíticas do Grupo Bambuí, ALMEIDA (1979) constatou a ocorrência de gibbsita mesmo com resultados de  $K_i$  acima de 2,0.

No Brasil, grandes quantidades de gibbsita são encontradas em solos desenvolvidos de rochas ricas em Fe (RESENDE, 1976; CURI, 1983). De acordo com RESENDE (1976), esta tendência parece estar relacionada aos seguintes fatos: rochas ricas em Fe são originalmente pobres em sílica, o que favorece a formação de gibbsita ao invés da caulinita; e óxidos de Fe livres adsorvem sílica, reduzindo a habilidade de complexar Al e formar caulinita.

A formação da gibbsita inicia com o deslocamento das bases pelo  $\text{H}^+$ , cuja seqüência é marcada pela quebra hidrolítica da ligação Si-O-Al nos minerais primários, liberando  $\text{Al}^{3+}$  para a solução do solo. Entre os processos de cristalização do  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , a neutralização do  $\text{Al}^{3+}$  com uma base provavelmente é muito semelhante ao que é encontrado na natureza, cujo requerimento necessário para a estabilidade estrutural é que a repulsão entre  $\text{Al}^{3+}$  seja balanceada pela ligação Al-OH-Al (HSU, 1989).



Em geral, gibbsita está comumente associada à hematita e goethita, que ocorrem mais facilmente que este óxido de Al nos processos de gênese dos solos, já que muitos horizontes oxidicos contêm goethita e/ou hematita sem gibbsita, mas horizontes gibbsíticos puros são raros (HSU, 1989). Segundo o autor, mesmo materiais ricos em Al podem conter consideráveis quantidades de goethita e/ou hematita.

Alguns estudos têm sugerido que aluminossilicatos primários podem se transformar diretamente para gibbsita (HSU, 1989). Neste caso, ocorreria uma rápida dissolução no início da fase de intemperismo de aluminossilicatos (principalmente feldspatos), em que a gibbsita pode ser um dos primeiros produtos de neo-formação (SCHAEFER et al., 2008). No entanto, outras investigações sugerem que a formação de gibbsita a partir de aluminossilicatos passa por minerais argilosos intermediários (BATES, 1962), incluindo progressiva dissolução da caulinita (dessilicificação) (SCHAEFER et al., 2008). Isto é reportado porque a proporção de caulinita e gibbsita é de modo geral inversamente relacionada, em que a gibbsita representa o mineral dominante em solos muitos alterados e depósitos de bauxita, e a caulinita é o mineral dominante nas zonas menos intemperizadas.

A formação direta da gibbsita a partir de minerais micáceos não tem sido reportada. Isto sugere que micas alteram-se seguindo uma sequência: vermiculita, esmectita, esmectita com Al-hidróxi entrecamadas, caulinita e eventualmente gibbsita (JACKSON, 1964). Neste caso, gibbsita não se formará até que todos os minerais argilosos expansíveis 2:1 sejam decompostos (HSU, 1989). No entanto, alguns trabalhos, como os realizados por ALMEIDA (1979) para solos desenvolvidos de rochas pelíticas do Grupo Bambuí, tem mostrado a coexistência de VHE e gibbsita na fração argila.

Existe uma forte afinidade entre gibbsita e ânions, como os fosfatos. A afinidade de íons pelo  $Al^{3+}$  é forte o bastante para remover o  $OH^-$  da superfície ou para liberar  $H^+$  do  $H_3PO_4$ ,  $H_2PO_4^-$ ,  $HPO_4^{2-}$  (HSU, 1989). Não somente a gibbsita, mas óxidos de Al amorfos são os mais prováveis relacionados à adsorção de fosfato. De acordo com SCHAEFER et al. (2004) e SCHAEFER et al. (2008), tais características são importantes se tratando de Latossolos muito alterados.

Tem sido muito difundido na literatura que a expressão da estrutura granular é favorecida pela presença de gibbsita (HSU, 1989; RESENDE et al., 2005; RESENDE et al., 2007), cuja influência repercute também na microagregação (SCHAEFER, 2001 e SCHAEFER et al. 2004) e estabilidade dos agregados do solo (HSU, 1989). No entanto, ainda faltam trabalhos que apontem para a quantidade de gibbsita necessária para uma

estruturação granular, já que solos pouco estruturados, às vezes com aspecto maciço, como alguns CX desenvolvidos de rochas pelíticas do Grupo Bambuí, possuem Gb mas não são “granulares”.

Mesmo que ainda não esteja bem esclarecido na literatura, os mecanismos de agregação podem ser explicados de duas maneiras (HSU, 1989): pequenos polímeros Al-hidróxi, que podem ser considerados fragmentos do  $\text{Al(OH)}_3$  sólido, podem ser presos mais firmemente que cátions trocáveis nos espaços entrecamadas dos minerais argilosos expansíveis (BARNHISEL e BERTSCH, 1989). A presença destes materiais pode reduzir a expansão das partículas de argila, mantendo juntas lâminas silicatadas e deslocando cátions presentes nas entrecamadas que tenham alto poder de hidratação, como o  $\text{Na}^+$ , promovendo assim uma agregação; ou hidróxidos de alumínio e polímeros Al-hidróxi também podem reagir com partículas de argila em suas superfícies externas e funcionar como um agente cimentante. As cargas positivas dos  $\text{Al(OH)}_3$  são distribuídas nas extremidades. Por causa da restrição espacial, é impossível que todas as cargas positivas de um polímero Al-hidróxi ou uma unidade  $\text{Al(OH)}_3$  sejam completamente satisfeitas por uma partícula de argila. Neste caso, quando uma unidade  $\text{Al(OH)}_3$  é atacada por uma partícula de argila, elas tendem a se unir.

### **2.3. Latossolos**

São solos amplamente distribuídos pelo Brasil. Como unidade dominante, os Latossolos ocupam cerca de um terço da superfície do território nacional, ocorrendo em praticamente todas as regiões do país, sob diferentes condições climáticas, relevo e material de origem (KER, 1995:1998, IBGE, 2007).

Para a região de Curvelo, ALMEIDA (1979) apontou a ocorrência dos Latossolos como uma das duas grandes unidades pedológicas encontradas na área. Este autor enfatiza que mesmo sendo os Latossolos da região muito pobres quimicamente, com elevados teores de argila, e duros quando secos em algumas situações, têm se mostrado promissores para a “economia de mercado”.

De acordo com KER (1995:1998), de modo geral, fatores como propriedades físicas e/ou mecânicas favoráveis, como estrutura granular, ausência de pedregosidade e ampla ocorrência em áreas cuja topografia favorece a mecanização, além da resposta às práticas de correção e adubação, podem ser apontados como as causas principais do

intenso e bem sucedido aproveitamento agrícola dos Latossolos, incluindo cultivos diversos, reflorestamento com eucalipto e pastagens. No entanto, ainda são solos que necessitam de maior investigação, principalmente relacionada aos aspectos físicos, químicos e mineralógicos, incluindo a sorção de P e magnetização, entre outros (KER, 1995).

#### **2.4. Cambissolos**

Os solos que possuem horizonte Bi ocupam, geralmente, as partes cujo relevo é mais acidentado, constituindo um grupo bastante heterogêneo em termos de ambiente (RESENDE et al., 2007).

Direcionada para a região de Curvelo, ALMEIDA (1979) apontou a classe dos Cambissolos Háplicos e dos Latossolos (comentados anteriormente) como sendo as duas unidades pedológicas dominantes na área. Conforme o autor, os Cambissolos Háplicos podem ocorrer nas áreas um pouco mais movimentadas e até mesmo acidentadas do Grupo Bambuí, influenciados por rochas pelíticas e caracterizados, de modo geral, por serem rasos, álicos e amarelados. Neste caso, as condições desfavoráveis, química (pobreza em bases da rocha original), física (altos teores de silte e reflexo da horizontalidade das rochas) e morfológica dos solos (muito duros quando secos), fazem com que a cobertura vegetal seja depreciada com maior facilidade e com pouca possibilidade de recuperação sob condições naturais.

Mesmo com todas estas restrições, ALMEIDA (1979) enfatiza que alguns desses Cambissolos podem, eventualmente, sob práticas adequadas de manejo, ser incorporados a um processo produtivo mais dinâmico, mas que outros, pelo conjunto de limitações que apresentam, devem, talvez, permanecer sob vegetação natural ou sob uso muito peculiar e com cuidados especiais.

#### **2.5. Indicadores da qualidade do solo**

Qualidade do solo e pedologia, ambas tem fortes ligações com propriedades inerentes desenvolvidas por meio de fatores de formação dos solos, sendo que a qualidade do solo pode ser entendida como uma extensão da ciência do solo, com o foco

em suas características dinâmicas e nas influências de seu uso intensivo pelo homem (NORFLEET et al., 2003). DORAN e PARKIN (1994) definiram a qualidade do solo como a capacidade deste de funcionar como um ecossistema natural, e como limitante de seu uso, de modo a sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental, e promover a saúde das plantas e animais.

DORAN e PARKIN (1996), SIKORA e STOTT (1996), e MENEZES (2005) apontam para a utilização ampla da matéria orgânica do solo como sendo o mais importante indicador da qualidade do solo. Do ponto de vista ambiental, o teor de matéria orgânica é importante por funcionar como estoque de nutrientes para as plantas, sendo esses liberados lentamente. Conforme SIKORA e STOTT (1996), a matéria orgânica é importante por contribuir para a solubilização de minerais no solo, com liberação de nutrientes para as plantas, por possuir alta capacidade adsortiva, além de aumentar o aquecimento do solo com o calor em função de sua pigmentação escura.

Em relação às condições físicas do solo, essas podem provocar efeitos diretos e indiretos na qualidade do solo, podendo refletir na produtividade silvicultural. Assim, um solo bem agregado e bem manejado é capaz de manter um balanço de ar e água que pode promover a ciclagem de nutrientes, o crescimento do sistema radicular, diminuir as perdas de solo por erosão, dentre outros processos de degradação (INGARAMO, 2003). De acordo com este autor, para avaliação da qualidade do solo, algumas das principais propriedades e fatores físicos considerados adequados para descrevê-la são: porosidade, densidade do solo, resistência mecânica, distribuição do tamanho das partículas e profundidade das raízes.

Neste sentido, a qualidade está associada àquele solo que: permite a infiltração, retenção e disponibilidade de água às plantas, córregos e subsuperfície, responde ao manejo e resiste à degradação, e permite as trocas de calor e de gases com a atmosfera e raízes de plantas (REICHERT et al., 2003).

ALVES e CABEDA (1999) apontam a infiltração de água como um dos fatores que melhor refletem as condições físicas internas do solo, pois uma boa qualidade estrutural e uma boa distribuição do tamanho dos poros favorecem o crescimento das raízes e a capacidade de infiltração de água no solo.

Fatores que influenciam no crescimento do sistema radicular incluem a profundidade até a superfície da rocha, linhas de pedra e camadas cimentadas (ARSHAD et al., 1996). Os autores apontam que variações na profundidade do solo

podem restringir fortemente o crescimento das raízes e afetar a produtividade dos cultivos, sendo os horizontes superficiais os principais norteadores, pois influenciam mais no armazenamento de água e na provisão de nutrientes necessários ao crescimento e desenvolvimento das plantas. De acordo com POWER et al. (1981), a espessura do horizonte superficial tem sido identificada como um dos principais indicadores da qualidade do solo.

Conforme ARSHAD et al. (1996), a textura também representa um atributo do solo muito importante para a avaliação de sua qualidade, pois altera a retenção de água e nutrientes, sendo maior a retenção de água e nutrientes, e menor lixiviação para solos mais argilosos, em detrimento daqueles com frações mais grosseiras (siltosos ou arenosos). Além dessa propriedade, os autores destacam a densidade do solo como sendo a mais dinâmica das propriedades físicas. Pode servir como indicadora da compactação do solo e restrição relativa ao crescimento das raízes, com interferência direta na porosidade do sistema. Pode variar com as condições estruturais do solo, e práticas de manejo, dentre outras. Geralmente aumenta com a profundidade do perfil, e varia de 0,9 a 1,7 g cm<sup>-3</sup>.

O aspecto da estrutura do solo é quantitativamente caracterizado por determinação da distribuição do tamanho e estabilidade dos agregados. De acordo com LOWERY et al. (1996), esses fatores ajudam na manutenção do fluxo de água ao longo do perfil (condutividade hidráulica), e estão relacionados a características como movimentação de materiais solúveis e erodibilidade do solo.

Para ARSHAD et al. (1996), fatores que afetam os agregados do solo são: montante e a qualidade da matéria orgânica, tipos de argilas, teores de silte, umedecimento e secagem, dispersão coloidal, atividade biológica, e sistemas de cultivo. Nesse caso, uma melhora na estruturação do solo aumenta a porosidade, especialmente dos macroporos, com maior taxa de infiltração e melhor aeração para as plantas.

Em solos com baixo teor de matéria orgânica, elevados teores de silte, e com baixos cuidados no manejo, a maior instabilidade dos agregados favorece a ruptura desses pela chuva (WISCHMEIER e MANNERING, 1969), o que pode ser considerado um dos primeiros fatores no processo de erosão dos solos, pois é a partir da ruptura que outros processos se desencadeiam em sua superfície, no sentido de desestabilizá-lo, com a formação de crostas que eventualmente provocarão o selamento superficial (GUERRA, 1999). Com isso, menor será a infiltração de água, que interfere no conteúdo de água do solo e em todas as atividades que esta propicia ao longo do perfil.

Vários trabalhos procuraram definir a relação entre fatores que afetam a qualidade do solo e a produtividade de algumas culturas. BURGER et al. (1994), usando o modelo indicador da qualidade do solo para a detecção de mudanças na produtividade em diferentes tipos de solos, constataram que algumas variáveis como a densidade, pH, fixação de P, e excesso de sais solúveis foram amplamente correlacionadas com o crescimento de pinho branco (*Pinus strobus L.*) de 10 anos de idade.

Em revisão sobre estudos que relataram o declínio da produtividade das árvores nas florestas plantadas de diversos locais, POWER et al. (1990) concluíram que os declínios eram provavelmente melhor explicados pela compactação do solo e remoção de matéria orgânica. TIARKS e HAYWOOD (1996) atribuíram a baixa produtividade e baixo crescimento de plantas pelo decréscimo na penetração das raízes, evidenciado pelas altas medidas de resistência à penetração.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Caracterização da área de estudo**

##### **3.1.1. Localização**

O presente trabalho foi realizado nas Fazendas Olhos d'Água (1.965 ha) e Cachoeira (2.649 ha), pertencentes à empresa V&M Florestal, localizadas no município de Curvelo, região central do Estado de Minas Gerais (Figura 1).

##### **3.1.2. Clima**

A precipitação média anual na área é de aproximadamente 1.300 mm com existência de dois períodos distintos predominantes: verão úmido e inverno seco; estação seca de 4 a 5 meses, temperatura média anual de 22 °C, sendo julho o mês mais frio, e janeiro/fevereiro os mais quentes do ano, apresentando, respectivamente, 19 °C e 24 °C. Pela classificação de Köppen, a região enquadra-se no clima Aw, identificado como clima tropical de savana (STRAHLER e STRAHLER, 2002).

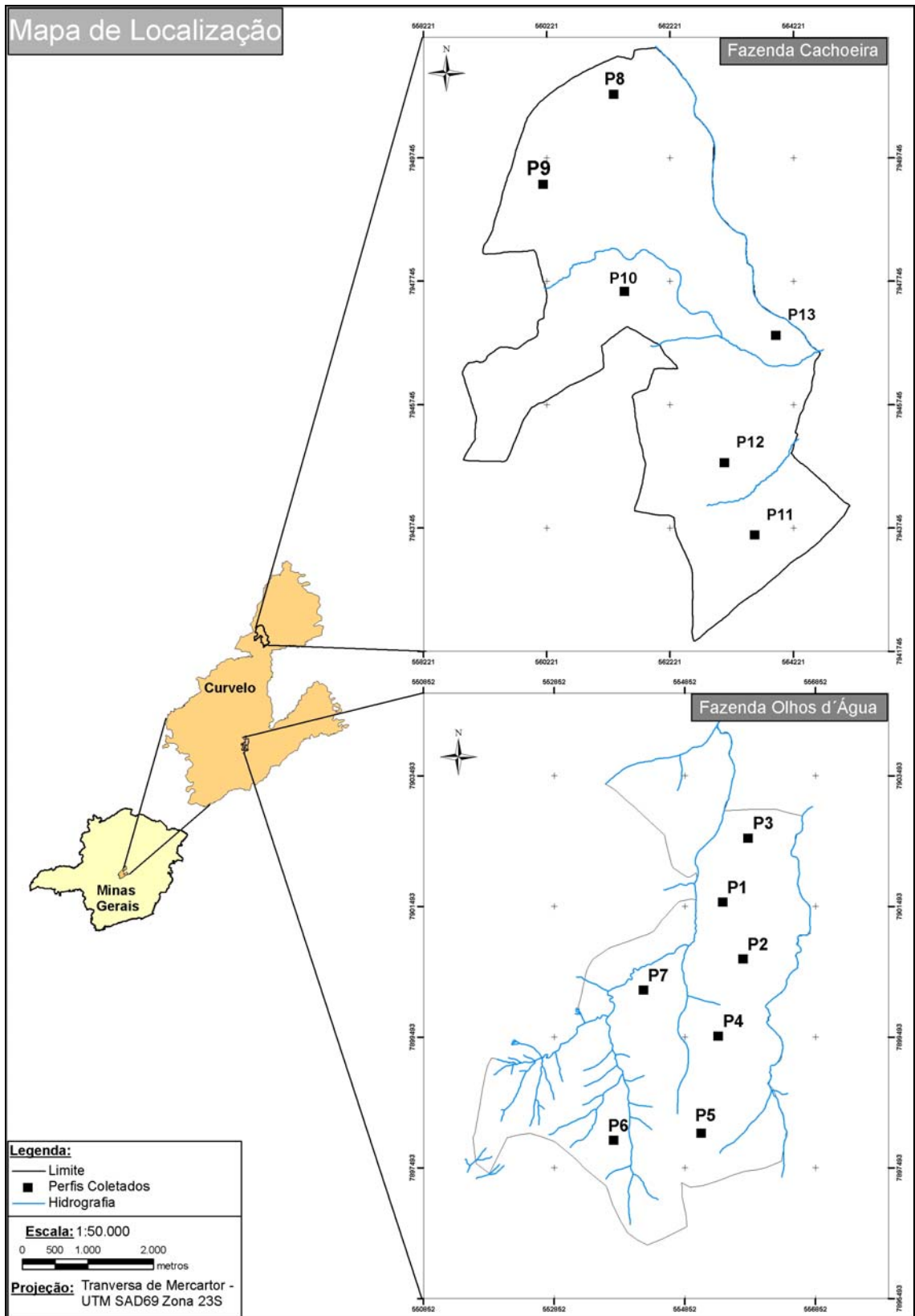


Figura 1. Localização esquemática das Fazendas Olhos d'Água e Cachoeira, no município de Curvelo, MG.



### **3.1.3. Geologia**

A região possui rochas relacionadas à Formação Três Marias, pertencente ao Grupo Bambuí e ao Supergrupo São Francisco, constituída de arcózios finos, ardósias, siltitos micáceos, superpostos a camadas sílticas calcíferas com lentes de calcário argiloso (BRAUN, 1968; BRASIL, 1982; CPRM, 1984). Especificamente para o município de Curvelo, a Formação Três Marias apresenta siltito com matriz sericito-clorítica, granulação silte até areia fina, com aleitamento gradacional e lentes de arcózio, sendo o ambiente de deposição em mar raso com fases subaéreas, turbulência (estuarinodeltaica) e em clima quente, cuja sedimentação foi clástica, acima dos 300 m de espessura (CPRM, 1984).

Tendo em vista que a bacia onde se acumulou os sedimentos do Supergrupo São Francisco repousa sobre uma crosta continental, mais especificamente um bloco cratônico, tal fato interferiu significativamente e a afastou de interações tectônicas promovidas nas margens de placas durante a maior parte do processo de sedimentação (DOMINGUEZ, 1993). Conseqüentemente, são materiais com pronunciada horizontalidade dos estratos e pouco metamorfoseados. Além disso, são muito siltosos, cuja maior proporção de minerais micáceos, principalmente nos Cambissolos, dificulta sobremaneira a infiltração de água, o avanço da frente de intemperismo e aprofundamento do solo, com maior estímulo à erosão natural.

A disposição dos estratos provoca dificuldade de entalhamento pelos rios, que são pouco profundos, chegando os pequenos cursos d'água a secarem no período de inverso.

### **3.1.4. Geomorfologia e vegetação**

As características geomorfológicas regionais, conforme observações de KING (1956), correspondem ao Ciclo de Denudação Velhas, que remonta do Terciário Superior. Em uma caracterização específica para a área de estudo, as superfícies de aplainamento, nas quais ocorrem os Cambissolos Háplicos (CX), estão relacionadas às elevações ou quebras de relevo, que variam de suave ondulado a ondulado (Figura 2a). Quanto aos Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA) e Latossolos Vermelhos (LV), estes

ocorrem predominantemente nos terraços elevados, com relevo plano e suave ondulado (Figura 2b). Nestas áreas, existem elevações isoladas com formato arredondado ou alongado, nas quais ocorrem CX.

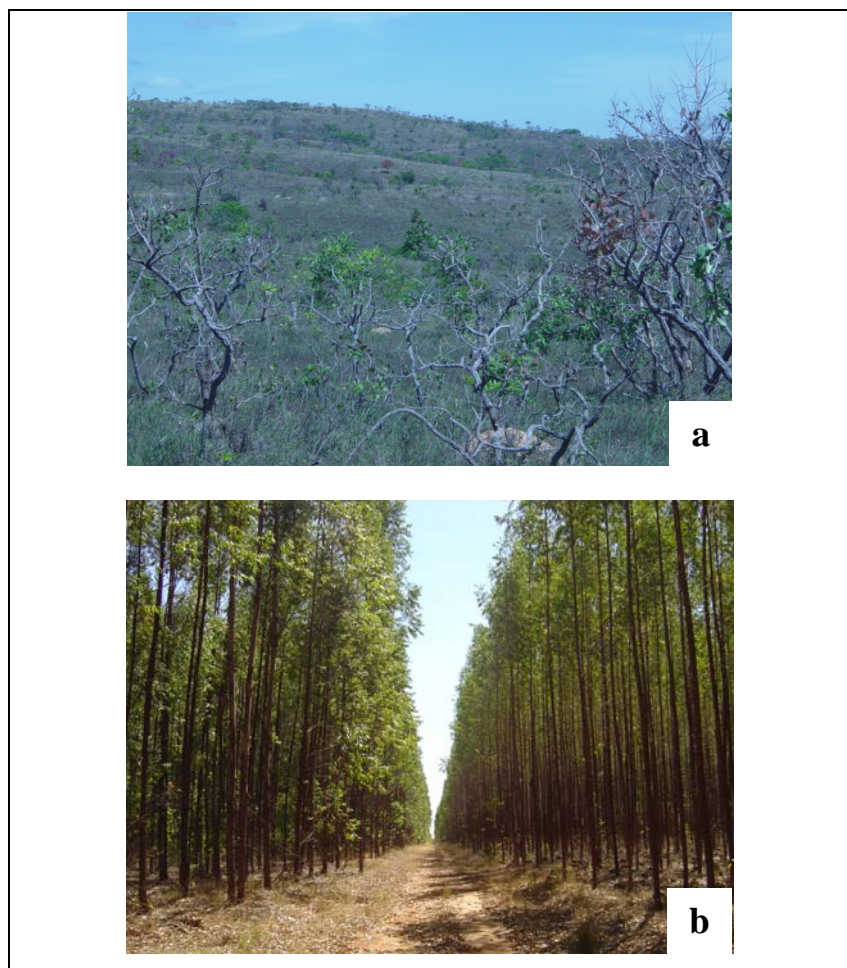


Figura 2. Áreas de ocorrência dos Cambissolos (a) e Latossolos (b) em trechos da área de estudo.

No domínio dos Latossolos, as melhores condições de drenagem, de exploração do sistema radicular, e menores perdas de solos por erosão, são fatores que favorecem o estabelecimento da vegetação de cerrado, que representa a forma brasileira da formação geral chamada savana, com vegetação arborizada esparsa e por cima do tapete gramináceo.

No domínio dos Cambissolos, as restrições naturais, comentadas no decorrer da discussão, repercutem diretamente na formação vegetacional de campo cerrado. Esta corresponde a uma forma mais pobre que o cerrado, estrutural e floristicamente, na qual a prevalência da vegetação baixa é ainda maior, com arvoretas menores, mais esparsas e contorcidas.

### **3.2. Mapeamento dos solos**

Para a realização do mapeamento semi-detalhado dos solos das Fazendas Olhos d'Água e Cachoeira, na escala 1:20.000, foi utilizado o método do caminhamento livre (EMBRAPA, 1995), a partir do qual as áreas foram intensamente percorridas de modo a correlacionar pontos de observação em locais representativos, nos quais forneceram o máximo de informações para a caracterização dos solos no campo. Neste caso, mapas planimétricos fornecidos pela empresa V&M Florestal, do ano 2003, na escala 1:25.000, projeção UTM/SAD69 23S, serviram de base, sendo as linhas de divisão e contorno de talhões de eucalipto utilizadas como referência para a delimitação das unidades de mapeamento. O processamento dos dados obtidos e edição dos mapas foram realizados por meio do software ArcGIS 9.2 (ESRI, 2007).

### **3.3. Seleção dos perfis e coleta de amostras de solos**

Foram selecionados treze perfis representativos de solos, cuja descrição e amostragem dos horizontes seguiram critérios estabelecidos por SANTOS et al. (2005). Na Fazenda Olhos d'Água, foram coletados sete perfis, classificados como Cambissolos Háplicos (perfis P1, P4 e P6) e Latossolos Vermelho-Amarelos (perfis P2, P3, P5 e P7). Também foram coletadas amostras indeformadas de solo em anéis volumétricos para determinação da condutividade hidráulica e densidade do solo.

Na Fazenda Cachoeira foram coletados seis perfis, classificados como Cambissolos Háplicos (perfis P9, P12 e P13) e Latossolos Vermelhos (perfis P8, P10 e P11). Somadas às amostras indeformadas, foram coletados nódulos e/ou concreções nas frações areia e cascalho da superfície dos perfis P8 e P10, além de uma amostra extra de Latossolo Vermelho. Estes nódulos e/ou concreções foram separados em magnéticos e não-magnéticos com auxílio de um ímã de mão.

Os materiais coletados foram secos e destorroados, quando necessário, e passados em peneira com malha de 2 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA), submetida às análises químicas, físicas e mineralógicas.

### **3.4. Caracterização física dos solos**

#### **3.4.1. Análise textural**

A TFSA (10 g) foi tratada com 50 mL de NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> e 150 mL de água deionizada em três repetições, com agitação e posterior repouso por um período de 6 horas. Em seguida o material foi transferido para frascos plásticos de 600 mL e agitados verticalmente durante 16 horas a 50 rpm. A suspensão foi passada para proveta de 500 mL através de peneira com malha de 0,053 mm separando as frações areia fina e grossa (retidas) das frações silte e argila (suspensão). As frações areia grossa e areia fina foram separadas após secas e passadas em peneira com malha de 0,210 mm. O material em suspensão foi transferido novamente para a proveta de 500 mL, completando-se o volume com água deionizada, com posterior determinação da argila pelo método da proveta e da fração silte por diferença (RUIZ, 2005).

#### **3.4.2. Argila dispersa em água (ADA)**

As análises foram realizadas em três repetições da TFSA (10 g), deixadas em repouso em recipiente com 200 mL de água deionizada por um período de 6 horas. Posteriormente, os materiais foram transferidos para frascos plásticos de 600 mL e agitados durante 16 horas a 50 rpm. A suspensão foi passada para proveta de 500 mL sendo completado o volume com água deionizada até o aferimento. Passado o tempo de sedimentação, uma alíquota de 25 mL foi retirada da solução em suspensão (argila) e colocada para secar a 100 °C em béquer de vidro previamente tarado (aproximação de 0,0001 g), o que permitiu obter o peso da argila pela diferença, a porcentagem de ADA e o grau de flocculação (GF) (RUIZ, 2005).

#### **3.4.3. Curva característica de retenção de água**

A curva característica de retenção de água nos solos foi determinada pela placa e membrana de pressão, conforme método proposto por RICHARDS (1949). Foram selecionados horizontes superficiais e subsuperficiais dos perfis de Cambissolos Háplicos (P1, P4, P6, P9, P12 e P13), Latossolo Vermelho-Amarelo (P2 e P7), e

Latossolo Vermelho (P8 e P10) para a identificação do conteúdo de água nas tensões 10, 30, 100, 500 e 1.500 kPa.

#### **3.4.4. Condutividade hidráulica (Ko) e densidade do solo (Ds)**

A determinação da condutividade hidráulica em meio saturado (EMBRAPA, 1997), foi realizada a partir de amostras em anel volumétrico retiradas no campo. As amostras contidas nos anéis foram saturadas, de baixo para cima, colocando-se as colunas dentro de um recipiente com água até aproximadamente 4/5 das alturas dos cilindros, por um período de 24 horas. Uma lâmina de água foi aplicada utilizando o sistema de frasco de Mariotte, sendo o material percolado, coletado em proveta. Foi cronometrado o tempo após o escoamento permanente ter sido estabelecido, com posterior cálculo da condutividade hidráulica. Após este procedimento, as amostras foram colocadas em estufa 100-105 °C por 48 horas, e pesadas com aproximação de 0,0001 g, para cálculo da densidade do solo.

### **3.5. Caracterização química dos solos**

#### **3.5.1. Análise de rotina para avaliação da fertilidade do solo**

As análises seguintes foram realizadas seguindo os métodos constantes em EMBRAPA (1997): pH em água e KCl 1 mol L<sup>-1</sup>, determinados potenciométricamente, na relação solo:solução de 1:2,5 com 1 h de contato e agitação da suspensão no momento da leitura; extração de P disponível, Na e K trocáveis com HCl 0,5 mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125 mol L<sup>-1</sup> (Mehlich-1) na proporção 1:10, sendo o P determinado espectrofotometricamente, e Na e K por fotometria de emissão de chama; dosagem de Ca e Mg trocáveis por espectroscopia de absorção atômica, e Al trocável por titulometria, após extração com KCl 1 mol L<sup>-1</sup> na relação 1:10; determinação da acidez potencial (H + Al) por titulometria após extração com Ca(CH<sub>3</sub>COO<sub>2</sub>) 0,5 mol L<sup>-1</sup> na relação 1:10 e pH 7,0.

#### **3.5.2. Digestão sulfúrica**

Os extratos da digestão sulfúrica foram obtidos em três repetições da TFSA (moída e passada em peneira com malha de 0,25 mm), utilizando  $\text{H}_2\text{SO}_4$  9,0 mol  $\text{L}^{-1}$  na proporção de 1:20, com aquecimento a 170 °C por 1 h e filtragem em papel de filtro lento, conforme método preconizado por EMBRAPA (1997). Após este procedimento, foram determinados por espectrofotometria de emissão ótica de plasma indutivamente acoplado os seguintes elementos: Al, Fe, Ti e Mn; e no resíduo do filtrado obtido pela lavagem do papel de filtro com água deionizada foi determinado o Si por espectrofotometria UV-Visível no comprimento de onda 660 nm (KORNDÖRFER e NOLLA, 2004).

### **3.5.3. Digestão total**

Os extratos da digestão total foram obtidos em três repetições da TFSA (moída e passada em peneira com malha de 0,25 mm), utilizando  $\text{HNO}_3$  e HF, ambos concentrados, na proporção de 1:9 e 1:4, respectivamente, com aquecimento em forno de microondas (Provecto Analítica DGT 100) nas potências de 450 W por 15 minutos, 900 W por 25 minutos, e 800 W por 15 minutos, com 1 h de resfriamento e filtragem em papel de filtro lento, conforme método EPA 3052 (1996). Após estes procedimentos, foram determinados por espectrofotometria de emissão ótica de plasma indutivamente acoplado os teores totais dos seguintes elementos: Ca, Mg, K, Fe, Al, Mn, P, Cr, Zn, Ni, Cd, Cu, Mo e Co.

### **3.5.4. Ferro extraído pelo ditionito-citrato-bicarbonato de sódio e oxalato ácido de amônio**

Após a moagem dos nódulos e/ou concreções ferruginosas magnéticas e não-magnéticas do tamanho de areia e cascalho e passagem das amostras em peneira de 0,25 mm, foram realizadas as extrações em três repetições com: ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (DCB) 0,3 mol  $\text{L}^{-1}$  em seis extrações sucessivas (MEHRA e JACKSON, 1960); e oxalato ácido de amônio 0,2 mol  $\text{L}^{-1}$  a pH 3,0 em uma única extração (McKEAGUE e DAY, 1966). Em ambos os métodos, o Fe foi determinado por espectrofotometria de absorção atômica.

### 3.6. Carbono orgânico total (COT)

O teor de carbono orgânico total (COT) da TFSA moída e passada em peneira com malha de 0,25 mm foi determinado em três repetições pela titulação do dicromato de potássio remanescente com sulfato ferroso amoniacal após o processo de oxidação por via úmida (YEOMANS e BREMNER, 1988). Para tanto, foram adicionados 5 mL de  $K_2Cr_2O_7$   $0,167 \text{ mol L}^{-1}$  e 7,5 mL de  $H_2SO_4$  concentrado a 0,5 g de amostra contida em tubo de digestão procedendo-se com o aquecimento em bloco digestor a  $170 \text{ }^\circ\text{C}$  por 30 minutos. Em seguida, transferiu-se quantitativamente o volume do tubo para erlenmeyer utilizando-se água destilada até obtenção de um volume aproximado de 80 mL. Foram adicionados 0,3 mL da solução indicadora ferroin, obtida pela dissolução de 1,485 g de o-fenantrolina e 0,695 g de  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  em 100 mL de água destilada. Posteriormente, determinou-se o carbono pela titulação com solução de sulfato ferroso amoniacal que consistiu na solução de 156,8 g de  $Fe(NH_4)_2 \cdot 6H_2O$  (Sal de Mohr) com 100 mL de  $H_2SO_4$  concentrado, completando com água destilada um balão volumétrico de 2000 mL.

### 3.7. Análise mineralógica

Foi realizada, nas frações argila e silte (sedimentação) e areia (tamisação) (EMBRAPA, 1997). Foram preparadas lâminas orientadas de argila natural e silte utilizando a técnica do esfregaço. Para a fração areia, foram montadas lâminas escavadas não orientadas. Para a fração argila de alguns horizontes, foi realizada a desferrificação por meio do DCB (MEHRA e JACKSON, 1960). Posteriormente foram realizados tratamentos destas amostras com  $KCl$   $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ . Nas lâminas que receberam tratamento com  $KCl$  foram realizadas leituras antes e após aquecimento em mufla a  $550 \text{ }^\circ\text{C}$  por um período de 3 horas. A análise mineralógica foi realizada por difratometria de raios-X (DRX), com radiação  $CoK\alpha$ , no intervalo entre  $4$  a  $45 \text{ }^\circ 2\theta$  (argila natural) e  $5$  a  $30 \text{ }^\circ 2\theta$  (argila com tratamento), cujos intervalos foram de  $0,02 \text{ }^\circ 2\theta$  a  $1 \text{ passo s}^{-1}$ , com tensão de 40 kV e corrente de 30 mA.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Características morfológicas e físicas dos solos

Morfologicamente, os solos estudados apresentaram características diferenciadas em relação à cor, estrutura, consistência e profundidade, cujos perfis ilustrativos estão apresentados na figura 3. Os Cambissolos Háplicos (CX) das Fazendas Olhos d'Água (perfis P1, P4 e P6) e Cachoeira (perfis P9, P12 e P13) apresentaram matizes de 10YR e 7,5YR nos horizontes A e Bi, respectivamente. A estrutura dos horizontes A e B dos CX é do tipo blocos subangulares fracamente desenvolvida. O horizonte C tem arranjo estrutural do tipo maciço, às vezes ainda refletindo os estratos horizontalizados do material de origem (rochas pelíticas). Apresentam consistência dura ou muito dura quando secos e são solos pouco espessos, nos quais o *solum* (horizontes A e B) raramente ultrapassa 100 cm. Além disso, alguns dos CX observados (perfis P1, P9, P12 e P13) apresentaram linhas de pedra, o que pode contribuir para dificultar as práticas de manejo nos sítios florestais (Figura 4).

Os teores de silte para os CX foram, em média, de 47 %, o que é condizente com a caracterização siltosa do material de origem (Quadro 1).



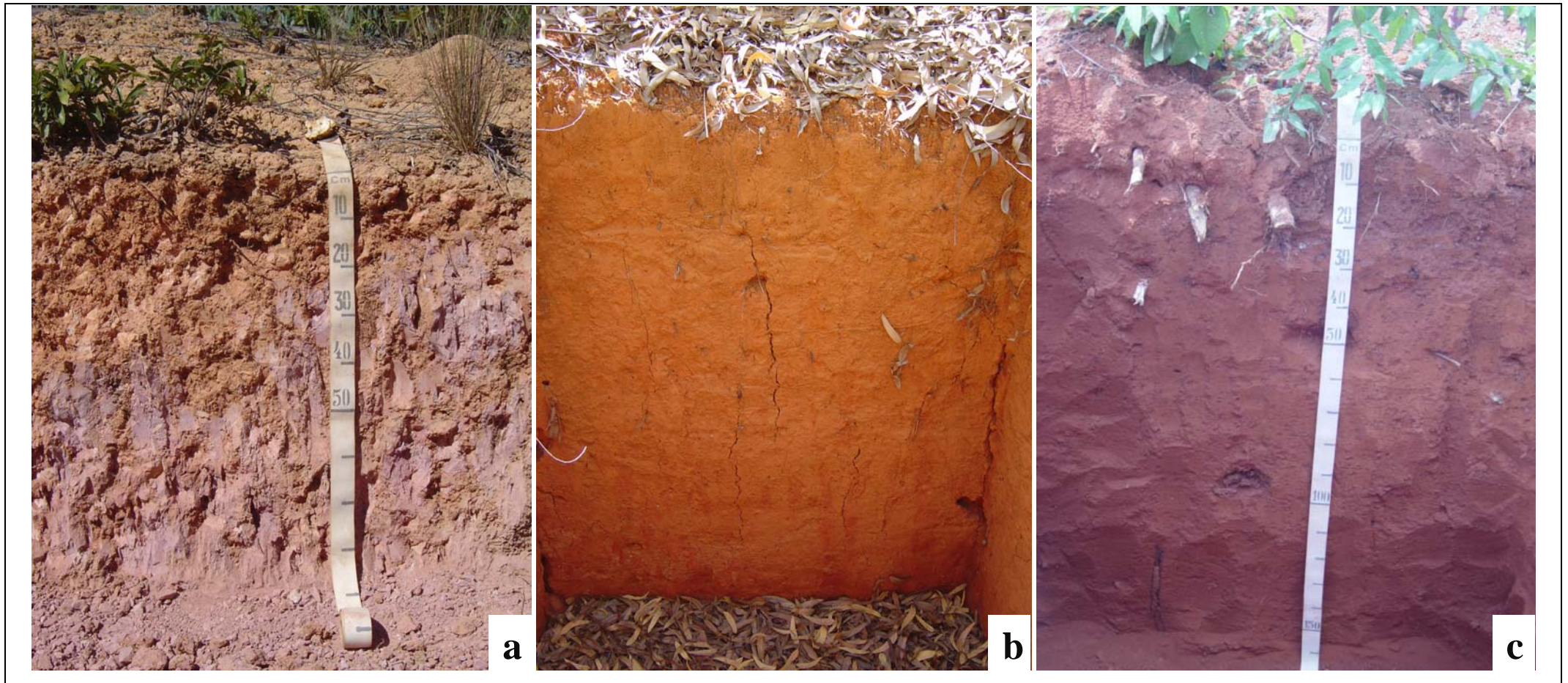


Figura 3. Fotografias ilustrativas dos perfis estudados. Cambissolo Háplico (a); Latossolo Vermelho-Amarelo (b); Latossolo Vermelho (c).

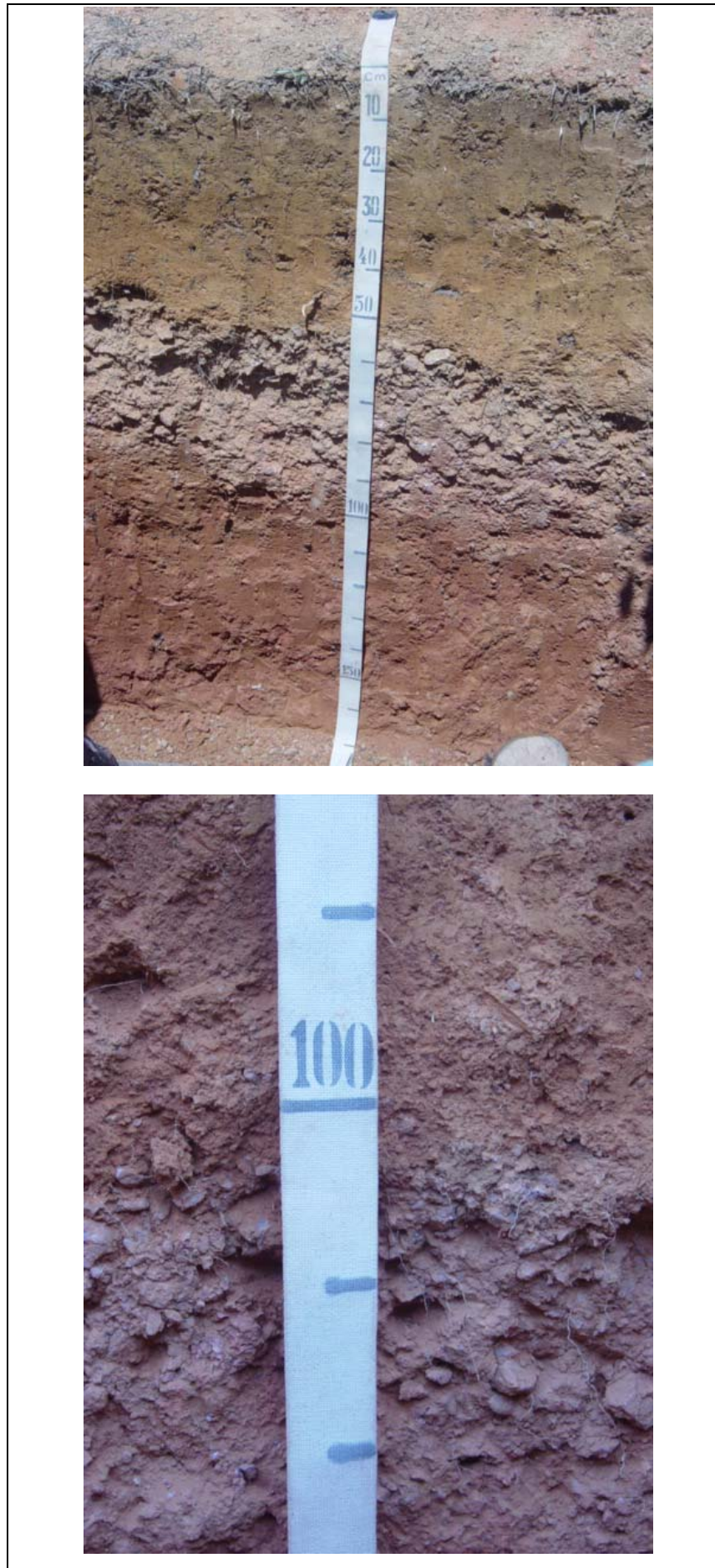


Figura 4. Endopedregosidades em perfis de Cambissolos Háplicos.

Quadro 1. Características físicas dos solos estudados

Horizonte	Prof. (cm)	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	ADA <sup>1/</sup>	GF <sup>2/</sup>	Silte	Classe textural
		-----dag kg <sup>-1</sup> -----					%	Argila	
P1 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico									
A	0 – 20	3	17	41	39	3	92	1,1	Franco-Argilosa
Bi1	20 – 50	3	13	46	38	2	95	1,2	Franco-Argilo-Siltosa
Bi2	50 – 78	2	12	42	44	9	80	1,0	Argila-Siltosa
Bi3	78 – 114	2	15	39	44	9	80	0,9	Argila
BC	114 – 140	5	11	41	43	10	77	1,0	Argila-Siltosa
P2 – Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico cambissólico									
A	0 – 21	2	4	36	58	2	97	0,6	Argila
BA	21 – 46	2	4	37	57	2	96	0,6	Argila
Bw1	46 – 82	2	5	29	64	18	72	0,5	Muito Argilosa
Bw2	82 – 118	2	3	36	59	19	68	0,6	Argila
BC	118 – 150	3	3	34	60	19	68	0,6	Muito Argilosa
P3 – Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico									
A	0 – 20	2	6	31	61	2	97	0,5	Muito Argilosa
BA	20 – 36	2	8	31	59	1	98	0,5	Argila
Bw1	36 – 70	2	6	32	60	10	83	0,5	Muito Argilosa
Bw2	70 – 103	1	6	31	62	15	76	0,5	Muito Argilosa
Bw3	103 – 140	1	7	30	62	16	74	0,5	Muito Argilosa
P4 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico									
A	0 – 11	3	7	47	43	1	98	1,1	Argila-Siltosa
Bi1	11 – 28	3	7	43	47	1	98	0,9	Argila-Siltosa
Bi2	28 – 34	2	6	44	48	6	88	0,9	Argila-Siltosa
Bi3	34 – 72	2	5	44	49	9	82	0,9	Argila-Siltosa
Bi4	72 – 105	2	3	43	52	8	85	0,8	Argila-Siltosa
2BC	110 – 170+	3	7	36	54	4	93	0,7	Argila
P5 – Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico									
A	0 – 13	0	1	31	68	3	96	0,5	Muito Argilosa
AB	13 – 29	1	1	30	68	2	97	0,4	Muito Argilosa
BA	29 – 45	1	1	31	67	7	90	0,5	Muito Argilosa
Bw1	45 – 65	1	1	34	64	22	66	0,5	Muito Argilosa
Bw2	65 – 112	1	1	31	67	22	67	0,5	Muito Argilosa
Bw3	112 – 170	1	1	26	72	23	68	0,4	Muito Argilosa
C	170 +	1	1	44	54	17	69	0,8	Argila-Siltosa
P6 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico									
A	0 – 14	0	7	39	54	2	96	0,7	Argila
AB	14 – 33	0	8	37	55	1	98	0,7	Argila
BA	33 – 58	1	5	37	57	2	96	0,6	Argila
Bi1	58 – 80	0	6	34	60	6	90	0,6	Muito Argilosa
Bi2	80 – 117	1	6	35	58	17	71	0,6	Argila
Bi3	117 – 155	0	5	38	57	16	72	0,7	Argila
P7 – Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico									
Ap	0 – 20	1	5	21	73	1	99	0,3	Muito Argilosa
BA	20 – 47	1	4	27	68	2	97	0,4	Muito Argilosa
Bw1	47 – 76	1	4	25	70	8	89	0,4	Muito Argilosa
Bw2	76 – 140	1	3	26	70	12	83	0,4	Muito Argilosa

<sup>1/</sup>Argila dispersa em água obtida a partir de agitação lenta; <sup>2/</sup>Grau de floculação.

Quadro 1. Características físicas dos solos estudados (cont.)

Horizonte	Prof. (cm)	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	ADA <sup>1/</sup>	GF <sup>2/</sup>	Silte Argila	Classe textural
		-----dag kg <sup>-1</sup> -----					%		
P8 – Latossolo Vermelho Distrófico típico									
Ap	0 – 20	4	1	19	76	9	88	0,3	Muito Argilosa
BA	20 – 42	4	1	20	75	3	96	0,3	Muito Argilosa
Bw1	42 – 76	3	1	20	76	1	99	0,3	Muito Argilosa
Bw2	76 – 120+	4	1	20	75	1	99	0,3	Muito Argilosa
P9 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico									
A	0 – 12	13	7	50	30	1	97	1,7	Franco-Argilo-Siltosa
BA	12 – 30	12	4	55	29	1	97	1,9	Franco-Argilo-Siltosa
Bi1	30 – 68	10	3	52	35	2	94	1,5	Franco-Argilo-Siltosa
2Bi2	68 – 95	11	3	50	36	2	94	1,4	Franco-Argilo-Siltosa
2BC1	95 – 140	5	2	55	38	3	92	1,4	Franco-Argilo-Siltosa
2C	140 – 180	0	1	73	26	1	96	2,8	Franco-Siltosa
P10 – Latossolo Vermelho Distroférico típico									
Ap	0 – 26	5	2	19	74	3	96	0,3	Muito Argilosa
Bw1	26 – 52	4	1	22	73	1	99	0,3	Muito Argilosa
Bw2	52 – 120	5	1	21	73	4	95	0,3	Muito Argilosa
2Bw3	120 – 180	15	1	17	67	5	93	0,3	Muito Argilosa
P11 – Latossolo Vermelho Distrófico típico									
Ap	0 – 22	3	1	36	60	1	98	0,6	Muito Argilosa
AB	22 – 40	2	5	27	66	2	97	0,4	Muito Argilosa
BA	40 – 70	2	7	24	67	1	99	0,4	Muito Argilosa
Bw1	70 – 105	2	4	27	67	3	96	0,4	Muito Argilosa
Bw2	105 – 158	2	6	24	68	5	93	0,4	Muito Argilosa
Bw3	158 – 190+	2	5	24	69	6	91	0,3	Muito Argilosa
P12 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico									
Ap	0 – 20	8	12	51	29	1	97	1,7	Franco-Argilo-Siltosa
2Bi1	20 – 52	7	7	53	33	2	94	1,6	Franco-Argilo-Siltosa
2Bi2	52 – 85	4	4	56	36	4	89	1,6	Franco-Argilo-Siltosa
2Bi3	85 – 120	2	4	50	44	2	95	1,1	Argila-Siltosa
BC	120 – 170+	0	1	63	36	2	94	1,8	Franco-Argilo-Siltosa
P13 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico									
Ap	0 – 28	2	9	54	35	12	66	1,5	Franco-Argilo-Siltosa
Bi1	38 – 67	2	9	50	39	2	95	1,3	Franco-Argilo-Siltosa
Bi2	67 – 105	2	7	48	43	2	95	1,1	Argila-Siltosa
2Bi3	105 – 140	2	5	48	45	3	93	1,1	Argila-Siltosa
BC	140 – 160+	1	5	59	35	2	94	1,7	Franco-Argilo-Siltosa

<sup>1/</sup> Argila dispersa em água obtida a partir de agitação lenta; <sup>2/</sup> Grau de floculação.

Resultados de silte + argila para os CX, com grande participação da primeira fração, ultrapassam 80 % em toda extensão dos perfis estudados. Teores elevados de silte + argila também foram observados por ACHÁ PANOSO et al. (1978) e ALMEIDA (1979) para solos derivados de rochas pelíticas do Grupo Bambuí. Os autores destacaram a grande influência destes materiais pelíticos e a maior participação da fração silte na classe dos CX, cujo reflexo é o maior adensamento dos solos.

Resultados de densidade do solo (Ds) obtidos indicam uma tendência de maior adensamento para os CX, repercutindo sobremaneira na dificuldade de percolação de água, já que os resultados de condutividade hidráulica em meio saturado (Ko) mostraram-se mais baixos para estes solos (Quadro 2), fazendo confirmar a baixa qualidade dos sítios florestais nestes domínios de solo (Figura 5). Mesmo para a classe dos Latossolos, alguns resultados elevados de Ds comprovam a influência dos materiais finos, principalmente argila, no comportamento físico destes solos.

Quadro 2. Densidade do solo e condutividade hidráulica dos solos estudados

Amostra	Solo <sup>1/</sup>	Prof. (cm)	Ds <sup>2/</sup> g cm <sup>-3</sup>	Ko <sup>3/</sup> cm h <sup>-1</sup>
Perfil P1	CXbd	10 - 15	1,48	0,42
Perfil P2	LVAd	5 - 10	1,27	1,13
Perfil P3	LVAd	40 - 45	1,33	0,54
Perfil P4	CXbd	10 - 15	1,35	0,45
Extra1 <sup>4/</sup>	CXbd	25 - 30	1,25	1,64
Extra2 <sup>4/</sup>	LVAd	5 - 10	1,28	0,88
Extra3 <sup>4/</sup>	LVd	5 - 10	1,01	12,91
Perfil P8	LVd	5 - 10	1,20	4,67
Perfil P9	CXbd	5 - 10	1,45	0,46
Perfil P11	LVd	5 - 10	1,47	0,87
Perfil P12	CXbd	5 - 10	1,45	0,22

<sup>1/</sup>: CXbd: Cambissolo Háplico Tb Distrófico; LVAd: Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico; LVd: Latossolo Vermelho Distrófico; <sup>2/</sup>: densidade do solo (anel volumétrico); <sup>3/</sup>: condutividade hidráulica em meio saturado; <sup>4/</sup>: coletadas na Faz. Olhos d'Água.

Resultados elevados do somatório silte + argila também foram constatados por SMITH et al. (1997) para solos florestais da África do Sul, nos quais revelaram uma relação direta com o adensamento do solo e queda de qualidade dos sítios plantados.



Figura 5. Sistema radicular superficial de rebrota de eucalipto cultivado em Cambissolo Háplico textura franco-argilo-siltosa (perfil P12). Neste caso, a rebrota não teve tratamento (condução, adubação, correção) em razão da baixa produtividade do primeiro corte, o que sugere sítios florestais mais limitados edaficamente.

Fatores como topografia mais movimentada, posicionada em quebras de relevo, estratos horizontalizados do material rochoso, elevados teores de silte, baixos teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (vide digestão sulfúrica), associados a resultados de argila dispersa em água (ADA) mais elevados em alguns horizontes e ao predomínio da caulinita na fração argila, além de illita (possibilidade de ajuste destes argilominerais), criam para os CX estudados uma condição de predisposição ao selamento superficial (crostas de até 2 mm, aproximadamente, foram observadas no campo, com auxílio de lupa de aumento 10X) e acentuada erosão laminar. Estudos efetuados por MERMUT et al. (1995) e LADO e BEN-HUR (2004) comprovaram que solos contendo caulinita e illita como argila dominante são susceptíveis ao selamento superficial. Estes problemas, potencializados pela baixa fertilidade natural (vide química de rotina), configuram grandes áreas com cobertura parcial do solo pela vegetação natural (campo cerrado) e reforçam a maior erodibilidade e formação de selamento superficial pela ação muitas vezes direta da chuva sobre o solo.

A relação silte/argila dos Cambissolos Háplicos foi, em média, de 1,1, refletindo a pouca intemperização dos solos (Quadro 1).

As curvas de retenção de água apresentaram comportamentos diferentes entre Cambissolos e Latossolos (Figuras 6 e 7). As curvas correspondentes aos Cambissolos foram perceptivelmente mais inclinadas entre 100 e 1500 kPa, quando comparadas com as curvas dos Latossolos, principalmente os Latossolos Vermelhos. A menor proporção de argila e maior de silte, quando comparadas com os Latossolos, são possivelmente os principais fatores que influenciaram nos comportamentos das curvas observadas.

A menor retenção de água pelos Cambissolos, os baixos resultados de  $K_o$ , a menor espessura do *solum* e possivelmente a menor taxa de infiltração pela topografia declivosa e formação do selamento superficial, fato confirmado em testes realizados por ALMEIDA (1979) para solos derivados de rochas pelíticas do Grupo Bambuí, que observou nítida tendência de aumento na taxa de infiltração dos Cambissolos para os Latossolos, parece indicar uma menor capacidade de recarga hídrica no perfil dos CX. Este fato pode estar relacionado à secagem de cursos d'água menores nos períodos de estiagem, o que representa mais um aspecto negativo desses solos, devendo ser considerado tanto na qualidade ambiental quanto no estabelecimento da cultura do eucalipto.

Estudos realizados por MENEZES (2007) para Latossolos Vermelho-Amarelos, Latossolos Vermelhos e Cambissolos Háplicos localizados em duas sub-bacias hidrográficas da Bacia do Alto Rio Grande (MG) mostraram que esta última classe foi responsável pela baixa recarga hídrica dos aquíferos, estando relacionada aos elevados teores de silte (que contribuíram para formação de camadas adensadas em profundidade e de crostas na superfície), à baixa espessura do *solum* e maior movimentação do relevo.

Quanto aos Latossolos Vermelho-Amarelos (perfis P2, P3, P5 e P7), estes apresentaram matizes de 5YR, com estrutura do tipo blocos subangulares para o Bw e consistência dura quando secos. São profundos, podendo apresentar linha de pedra, em geral, abaixo de 150 cm, possuem teores de argila variando entre 57 e 73 %, e teores de silte, em média, de 31 % (Quadro 1).

Mesmo com teores relativamente elevados de silte para os LVA, principalmente o perfil P2, a relação silte/argila em torno de 0,5 para estes solos permite o enquadramento na definição de Bw pelo SiBCS (EMBRAPA, 2006).

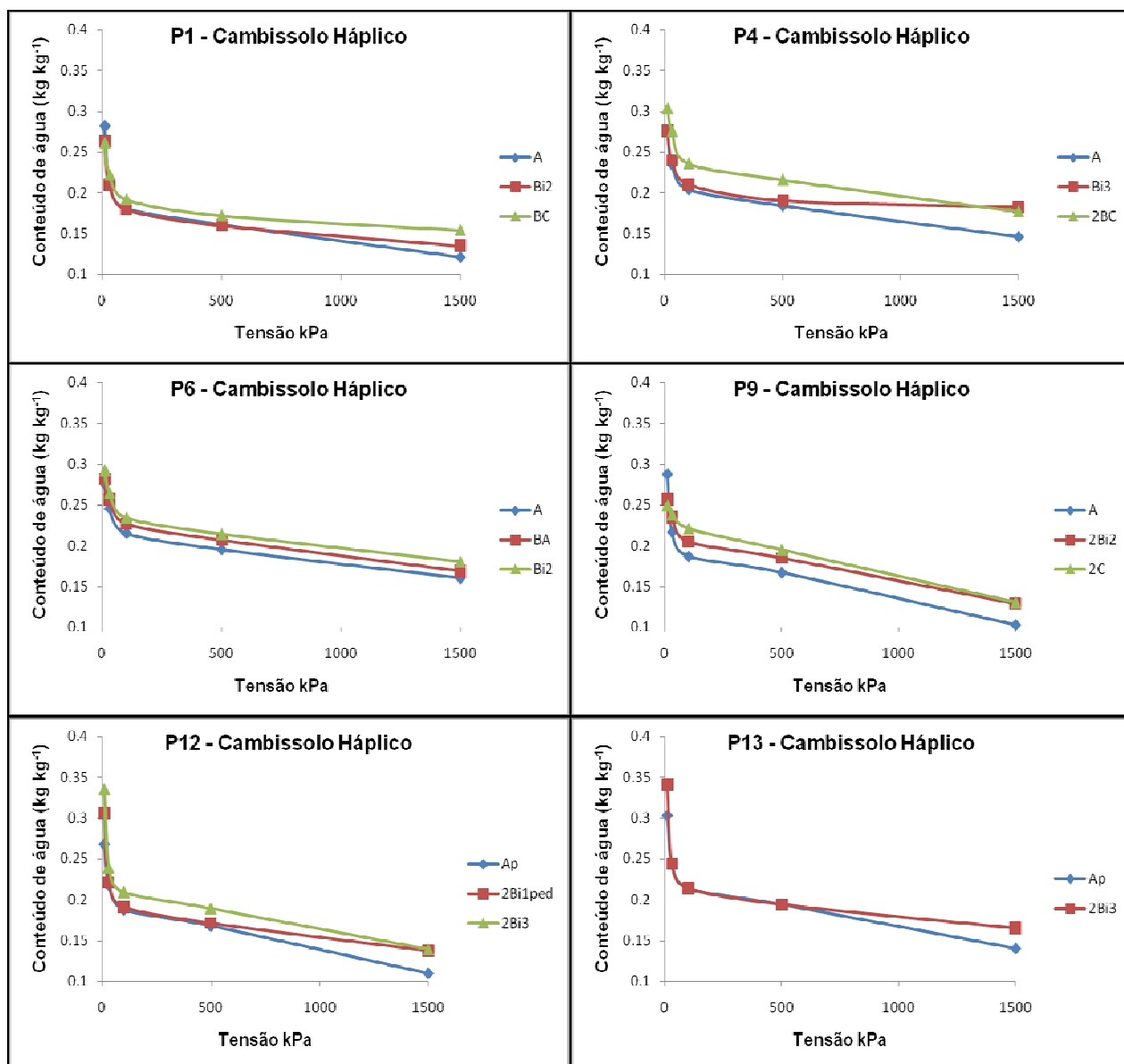


Figura 6. Curvas de retenção de água dos Cambissolos Háplicos estudados.



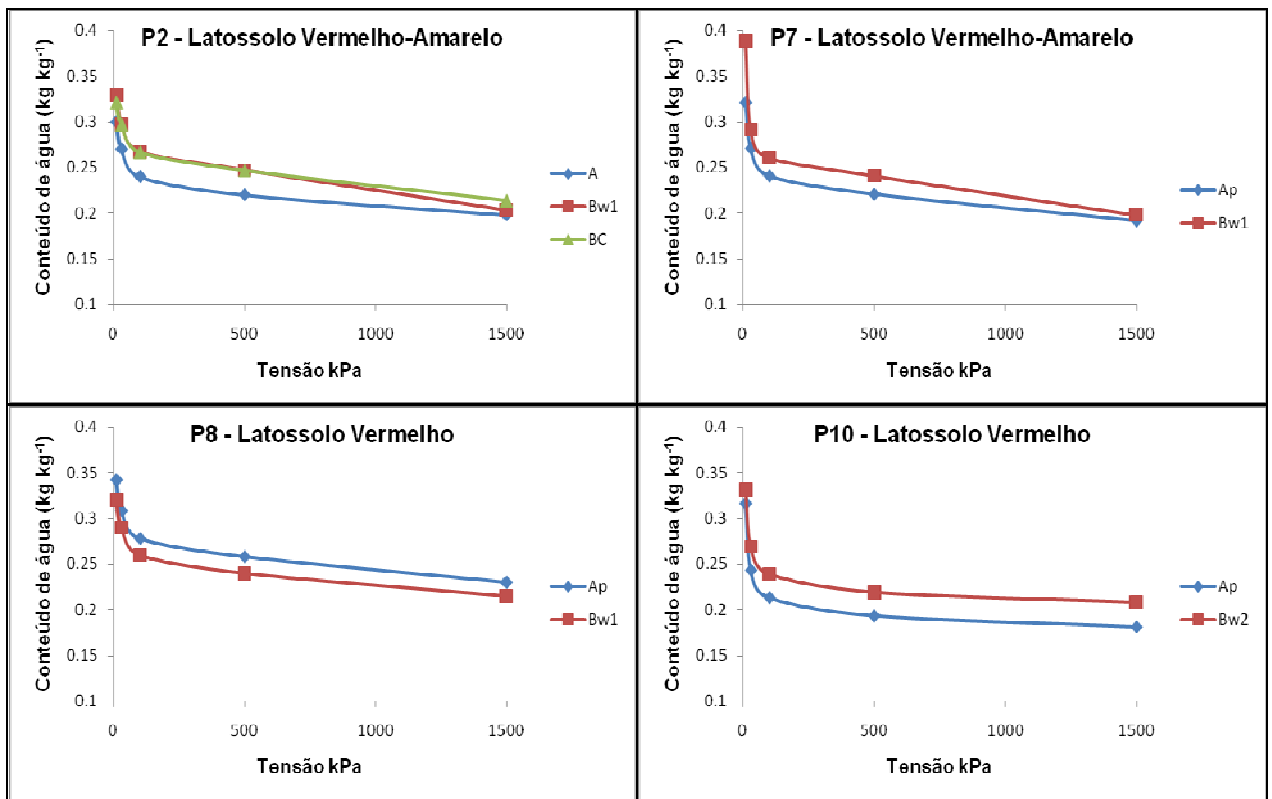


Figura 7. Curvas de retenção de água dos Latossolos Vermelho-Amarelos (perfis P2 e P7) e Latossolos Vermelhos (perfis P8 e P10).

Comparativamente, os Latossolos Vermelhos (perfis P8, P10 e P11) apresentaram matizes de 10R a 2,5YR, com estrutura do tipo blocos para o Bw e consistência variando de ligeiramente dura a dura quando secos. São profundos, podendo apresentar linha de pedra geralmente abaixo de 150 cm de profundidade, possuem teores de argila variando de 60 a 74 %, e teores de silte, em média, de 23 %, sendo a relação silte/argila, de 0,3 em média, sugestiva de maior intemperização (Quadro 1).

Foram constatados resultados de silte + argila acima de 90 % em grande parte dos horizontes dos LVA e LV estudados, sendo esta última fração a maior responsável pelo somatório elevado, principalmente em relação aos Latossolos Vermelhos.

#### **4.2. Características químicas dos solos**

Os Cambissolos Háplicos estudados são todos ácidos e distróficos, com teores de  $Al^{3+}$  em torno de  $1,00 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  (Quadro 3), não suficientes para caracterizá-los como aluminicos, conforme constatação feita por ACHÁ PANOSO et al. (1978) para alguns CX desenvolvidos de sedimentos argilo-siltosos do Grupo Bambuí.

Os resultados de pH em  $H_2O$  maiores que aqueles obtidos com  $KCl \text{ } 1 \text{ mol}^{-1}$  indicam o predomínio de cargas negativas em todos os solos estudados.

Os resultados de  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  foram considerados, de modo geral, muito baixos em todos os perfis, conforme critérios de avaliação da fertilidade do solo estabelecidos pela CFSEMG - 5ª aproximação (RIBEIRO et al., 1999). A mesma constatação foi observada para os teores de  $K^+$ . Como os solos deste trabalho se desenvolvem de rochas pelíticas ricas em muscovita, eram esperados resultados maiores de  $K^+$ , o que sugere que o mesmo, ainda que presente (vide Quadro 5) encontra-se na forma não-trocável. Teores semelhantes de  $K^+$ , em torno de  $0,03 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , foram constatados por ALMEIDA (1979), sendo estes resultados, pouco menores que os encontrados por ACHÁ PANOSO et al. (1978).

Quadro 3. Características químicas dos solos estudados

Horizonte	Prof. (cm)	pH		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	Valor S	Valor T	CTCr	V	m	CO	P	P <sub>rem</sub>
		H <sub>2</sub> O	KCl														
<b>P1 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico</b>																	
A	0 – 20	4,1	3,6	0,20	0,15	0,03	0,03	1,00	5,10	0,41	5,51	14,1	7,4	70,9	1,33	0,1	21,8
Bi1	20 – 50	4,8	3,8	0,18	0,14	0,02	0,01	0,98	3,80	0,35	4,15	10,9	8,4	73,7	1,24	0,1	18,1
Bi2	50 – 78	4,8	4,0	0,19	0,13	0,01	0,01	1,07	2,60	0,34	2,94	6,6	11,6	75,9	0,55	0,0	13,3
Bi3	78 – 114	5,0	4,2	0,13	0,13	0,01	0,00	1,10	2,10	0,27	2,37	5,4	11,4	80,3	0,62	0,0	8,1
BC	114 – 140	5,5	4,1	0,13	0,13	0,01	0,00	1,20	2,10	0,27	2,37	5,5	11,4	81,6	0,27	0,0	6,7
<b>P2 – Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico cambissólico</b>																	
A	0 – 21	4,1	3,8	0,41	0,16	0,18	0,01	1,00	5,80	0,76	6,56	11,3	11,6	56,8	1,61	0,3	16,2
BA	21 – 46	5,1	3,9	0,10	0,13	0,15	0,01	1,10	4,30	0,39	4,69	8,2	8,3	73,8	1,20	0,2	11,7
Bw1	46 – 82	5,0	4,3	0,19	0,13	0,06	0,00	1,40	3,00	0,38	3,38	5,3	11,2	78,7	0,63	0,1	7,5
Bw2	82 – 118	5,3	4,5	0,19	0,16	0,02	0,01	0,70	2,50	0,38	2,88	4,9	13,2	64,8	0,61	0,0	5,6
BC	118 – 150	5,8	4,6	0,10	0,14	0,02	0,01	0,50	2,10	0,27	2,37	3,9	11,4	64,9	0,34	0,0	4,5
<b>P3 – Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico</b>																	
A	0 – 20	5,1	3,7	0,44	0,18	0,07	0,02	1,00	5,80	0,71	6,51	10,7	10,9	58,5	1,52	0,3	14,5
BA	20 – 36	5,2	3,8	0,19	0,16	0,05	0,03	0,50	4,60	0,43	5,03	8,5	8,6	53,8	0,97	0,1	14,6
Bw1	36 – 70	5,3	4,1	0,18	0,14	0,08	0,01	0,20	3,00	0,41	3,41	5,7	12,0	32,8	0,56	0,1	8,0
Bw2	70 – 103	5,3	4,3	0,12	0,14	0,03	0,01	0,10	2,60	0,30	2,90	4,7	10,3	25,0	0,40	0,0	5,3
Bw3	103 – 140	5,6	4,3	0,12	0,13	0,02	0,01	0,10	2,60	0,28	2,88	4,6	9,7	26,3	0,28	0,0	6,1
<b>P4 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico</b>																	
A	0 – 11	5,0	3,7	0,17	0,14	0,10	0,03	1,00	5,60	0,44	6,04	14,1	7,3	69,4	1,35	0,2	17,8
Bi1	11 – 28	4,8	3,8	0,14	0,13	0,04	0,02	0,50	4,00	0,33	4,33	9,2	7,6	60,2	0,99	0,0	14,6
Bi2	28 – 34	4,8	3,8	0,14	0,14	0,02	0,02	0,50	3,00	0,32	3,32	6,9	9,6	61,0	0,67	0,0	10,7
Bi3	34 – 72	5,1	4,0	0,12	0,03	0,01	0,02	0,20	2,10	0,18	2,28	4,6	7,9	52,6	0,40	0,0	8,3
Bi4	72 – 105	5,5	4,0	0,11	0,03	0,01	0,01	0,30	3,00	0,16	3,16	6,1	5,1	65,2	0,41	0,0	6,3
2BC	110 – 170+	5,4	3,9	0,09	0,03	0,01	0,00	0,50	3,00	0,13	3,13	5,8	4,2	76,9	0,19	0,0	6,6
<b>P5 – Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico</b>																	
A	0 – 13	4,5	3,8	0,21	0,19	0,16	0,02	1,00	2,60	0,58	3,18	4,7	18,2	63,3	1,77	0,4	13,1
AB	13 – 29	4,8	3,9	0,18	0,14	0,07	0,03	0,40	4,60	0,42	5,02	7,4	8,4	48,8	1,35	0,2	13,1
BA	29 – 45	4,9	4,0	0,19	0,15	0,03	0,02	0,30	4,30	0,39	4,69	7,0	8,3	43,5	1,18	0,2	9,7
Bw1	45 – 65	5,3	4,2	0,14	0,14	0,02	0,01	0,10	3,50	0,31	3,81	5,9	8,2	24,4	1,05	0,1	7,6
Bw2	65 – 112	5,2	4,6	0,13	0,13	0,01	0,01	0,09	3,00	0,28	3,28	4,9	8,5	24,3	0,56	0,1	4,2
Bw3	112 – 170	5,4	4,8	0,11	0,12	0,01	0,01	0,06	2,30	0,25	2,55	3,5	9,8	19,4	0,39	0,0	2,5
C	170 +	5,6	4,5	0,11	0,13	0,01	0,02	0,04	2,50	0,27	2,77	5,1	9,8	12,9	0,43	0,0	1,4

Quadro 3. Características químicas dos solos estudados (cont.)

Horizonte	Prof. (cm)	pH		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	Valor S	Valor T	CTCr	V	m	CO	P	P <sub>rem</sub>
		H <sub>2</sub> O	KCl														
-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----																	
-----%-----																	
dag kg <sup>-1</sup>																	
mg dm <sup>-3</sup>																	
mg L <sup>-1</sup>																	
<b>P6 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico</b>																	
A	0 – 14	4,8	3,7	0,26	0,17	0,09	0,03	1,10	5,30	0,55	5,85	10,8	9,4	66,7	1,66	0,1	15,9
AB	14 – 33	4,3	3,7	0,19	0,14	0,03	0,01	1,00	5,30	0,37	5,67	10,3	6,5	73,0	1,47	0,1	16,4
BA	33 – 58	4,4	3,8	0,19	0,14	0,02	0,02	1,00	4,60	0,37	4,97	8,7	7,4	73,0	0,83	0,0	15,4
Bi1	58 – 80	4,8	3,9	0,14	0,14	0,02	0,02	0,50	4,00	0,32	4,32	7,2	7,4	61,0	0,66	0,0	9,6
Bi2	80 – 117	5,2	4,0	0,14	0,12	0,01	0,02	0,20	3,50	0,29	3,79	6,5	7,7	40,8	0,51	0,0	6,6
Bi3	117 – 155	5,3	4,2	0,16	0,13	0,01	0,02	0,10	2,60	0,32	2,92	5,1	11,0	23,8	0,48	0,0	8,3
<b>P7 – Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico</b>																	
Ap	0 – 20	4,3	3,8	0,35	0,60	0,19	0,01	1,00	7,10	1,15	8,25	11,3	13,9	46,5	1,50	0,2	14,0
BA	20 – 47	4,6	3,9	0,20	0,18	0,17	0,01	0,60	5,90	0,56	6,46	9,5	8,7	51,7	1,43	0,2	10,1
Bw1	47 – 76	4,9	4,0	0,16	0,12	0,14	0,00	0,40	4,90	0,42	5,32	7,6	7,9	48,8	0,89	0,0	5,8
Bw2	76 – 140	5,3	4,3	0,17	0,15	0,02	0,00	0,10	3,50	0,34	3,84	5,5	8,9	22,7	0,63	0,0	3,8
<b>P8 – Latossolo Vermelho Distrófico típico</b>																	
Ap	0 – 20	5,1	4,0	0,29	0,11	0,07	0,02	0,50	3,70	0,49	4,19	5,5	11,7	50,5	1,78	0,2	15,9
BA	20 – 42	5,0	3,8	0,18	0,13	0,11	0,01	0,60	4,60	0,43	5,03	6,7	8,6	58,3	1,29	0,1	13,2
Bw1	42 – 76	5,1	3,8	0,14	0,25	0,17	0,01	0,65	5,70	0,57	6,27	8,3	9,1	53,3	0,97	0,0	9,4
Bw2	76 – 120+	5,2	3,9	0,11	0,43	0,23	0,01	0,60	6,50	0,78	7,28	9,7	10,7	43,5	0,67	0,0	8,4
<b>P9 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico</b>																	
A	0 – 12	4,9	3,5	0,19	0,13	0,03	0,01	1,02	5,40	0,36	5,76	19,2	6,3	73,9	1,31	0,1	16,6
BA	12 – 30	5,2	3,7	0,17	0,12	0,02	0,01	1,00	3,70	0,32	4,02	13,9	8,0	75,8	1,04	0,1	21,5
Bi1	30 – 68	5,4	3,9	0,13	0,12	0,01	0,01	0,50	3,00	0,27	3,27	9,3	8,3	64,9	0,51	0,0	17,3
2Bi2	68 – 95	5,3	3,8	0,13	0,11	0,01	0,01	0,65	3,00	0,26	3,26	9,1	8,0	71,4	0,70	0,1	15,6
2BC1	95 – 140	5,2	3,7	0,15	0,11	0,01	0,00	1,26	4,60	0,27	4,87	12,8	5,5	82,4	0,33	0,0	9,6
2C	140 – 180	5,1	3,6	0,11	0,00	0,01	0,00	1,59	5,70	0,12	5,82	22,4	2,1	93,0	0,21	0,0	13,4
<b>P10 – Latossolo Vermelho Distroférico típico</b>																	
Ap	0 – 26	5,1	3,7	0,36	0,16	0,27	0,01	1,00	7,00	0,80	7,80	10,5	10,3	55,6	1,72	0,5	9,9
Bw1	26 – 52	5,2	3,8	0,19	0,16	0,14	0,01	1,02	5,90	0,50	6,40	8,8	7,8	67,1	1,01	0,2	9,5
Bw2	52 – 120	5,3	4,0	0,17	0,23	0,08	0,01	0,50	3,80	0,49	4,29	5,9	11,4	50,5	0,49	0,1	4,5
2Bw3	120 – 180	5,4	3,9	0,16	0,10	0,10	0,01	0,40	3,80	0,37	4,17	6,2	8,9	51,9	0,49	0,0	5,8

Quadro 3. Características químicas dos solos estudados (cont.)

Horizonte	Prof. (cm)	pH		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	Valor S	Valor T	CTCr	V	m	CO	P	P <sub>rem</sub>
		H <sub>2</sub> O	KCl														
<b>P11 – Latossolo Vermelho Distrófico típico</b>																	
Ap	0 – 22	4,5	3,7	0,23	0,29	0,17	0,01	1,00	7,60	0,70	8,30	13,8	8,4	58,8	1,92	0,6	13,9
AB	22 – 40	4,4	3,8	0,18	0,12	0,13	0,01	1,00	5,90	0,44	6,34	9,6	6,9	69,5	1,27	0,3	12,0
BA	40 – 70	4,4	3,8	0,16	0,17	0,07	0,00	0,72	5,40	0,40	5,80	8,7	6,9	64,2	1,29	0,1	10,4
Bw1	70 – 105	4,8	3,9	0,17	0,18	0,04	0,01	0,60	4,50	0,40	4,90	7,3	8,2	60,0	0,87	0,1	9,1
Bw2	105 – 158	5,0	4,0	0,19	0,17	0,03	0,01	0,50	4,10	0,40	4,50	6,6	8,9	55,6	0,94	0,1	8,4
Bw3	158 – 190+	5,1	4,1	0,17	0,13	0,30	0,00	0,30	3,30	0,60	3,90	5,6	15,4	33,3	0,58	0,0	4,2
<b>P12 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico</b>																	
Ap	0 – 20	4,9	3,8	0,20	0,14	0,09	0,02	1,07	5,30	0,45	5,75	19,8	7,8	70,4	1,58	0,2	21,9
2Bi1	20 – 52	5,4	4,0	0,19	0,11	0,07	0,02	0,60	3,20	0,39	3,59	10,9	10,9	60,6	0,61	0,1	12,8
2Bi2	52 – 85	5,4	4,0	0,15	0,13	0,03	0,02	1,00	3,70	0,33	4,03	11,2	8,2	75,2	0,38	0,0	9,1
2Bi3	85 – 120	5,3	3,9	0,12	0,11	0,02	0,02	1,00	4,80	0,27	5,07	11,5	5,3	78,8	0,40	0,0	12,0
BC	120 – 170+	5,3	4,0	0,17	0,11	0,01	0,02	1,45	4,50	0,31	4,81	13,4	6,4	82,3	0,21	0,0	16,6
<b>P13 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico</b>																	
Ap	0 – 28	4,7	3,8	0,30	0,30	0,20	0,03	1,15	5,70	0,83	6,53	18,6	12,7	58,1	1,40	0,4	24,7
Bi1	38 – 67	5,2	3,9	0,16	0,20	0,05	0,02	1,02	4,60	0,43	5,03	12,9	8,6	70,3	0,85	0,2	19,0
Bi2	67 – 105	5,2	3,9	0,15	0,17	0,02	0,01	1,07	3,80	0,35	4,15	9,6	8,4	75,4	0,50	0,1	14,9
2Bi3	105 – 140	5,3	4,0	0,15	0,15	0,08	0,01	1,12	3,80	0,39	4,19	9,3	9,3	74,1	0,51	0,1	7,8
BC	140 – 160+	5,5	3,9	0,13	0,11	0,09	0,01	1,40	4,80	0,34	5,14	14,7	6,6	80,5	0,29	0,0	12,7

Os teores de P extraídos pelo Mehlich-1 foram considerados muito baixos pela 5ª aproximação, cujos resultados são condizentes com os encontrados por ALMEIDA (1979), que representa, segundo o autor, a principal limitação nutricional dos solos originados de rochas pelíticas. Em relação aos teores de carbono orgânico (CO), estes foram, em média, de 1,44 dag kg<sup>-1</sup> para o horizonte A de todos os Cambissolos, sendo estes considerados médios pela 5ª aproximação, seguindo praticamente a mesma ordem de grandeza daqueles encontrados para os Latossolos, o que indica a importância da ciclagem de nutrientes, principalmente por se tratarem de solos dessaturados e com grande pobreza do material de origem.

Todos os Latossolos Vermelho-Amarelos são ácidos, distróficos, cujo caráter álico foi observado somente no perfil P2. Para os Latossolos Vermelhos, todos foram considerados ácidos, distróficos e álicos (Quadro 3).

Os resultados de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup> apresentaram-se, de modo geral, muito baixos para os LVA, conforme critérios estabelecidos pela 5ª aproximação (RIBEIRO et al., 1999). A mesma constatação foi observada para os LV, cuja exceção foram os teores de K<sup>+</sup>, que variaram de baixos a bons, talvez em reflexo de adubações efetuadas.

Os teores de P extraídos pelo Mehlich-1 mostraram-se muito baixos em todos os perfis dos Latossolos, merecendo destaque os baixos teores de P<sub>rem</sub> em horizontes mais profundos, reflexo dos elevados teores de argila dos Latossolos, principalmente os LV, e da maior presença de óxidos, uma vez que a ocorrência de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> exerce forte relação com a adsorção de fosfatos no solo (BAHIA FILHO, 1982; KER, 1995, VALLADARES, 2000).

McLAUGHIN et al. (1981), procurando relacionar o comportamento do fósforo com a mineralogia do solo, encontraram a seguinte ordem de capacidade de adsorção do ânion: óxidos de Fe > gibbsita > caulinita, fato este que parece indicar a importância da hematita pelos baixos teores de P<sub>rem</sub> para o Latossolo Vermelho Distroférico (perfil P10), mesmo com a relação molecular Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> da digestão sulfúrica (vide Quadro 4) indicando predomínio das formas de alumínio.

Devido à maior ocorrência de gibbsita em alguns Latossolos estudados, confirmada pelo Ki e mineralogia, sua contribuição também pode ser importante para a adsorção dos fosfatos. Estudos apontados por VALLADARES (2000) destacaram o aumento na capacidade de adsorção de P em Latossolos brasileiros que continham grandes quantidades de gibbsita na mineralogia da fração argila. KER (1995) observou

correlação significativa entre percentuais de goethita e gibbsita com a capacidade de adsorção de fósforo, indicando parecer a forma  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mais efetiva na sorção desse elemento para alguns Latossolos brasileiros.

### 4.3. Digestão sulfúrica e total

Os resultados obtidos pela digestão sulfúrica (Quadro 4) mostram perfis de Cambissolos Háplicos (P4, P9, P12 e P13) com maiores variações de  $\text{SiO}_2$  e/ou  $\text{Al}_2\text{O}_3$  em profundidade, comparativamente aos Latossolos, o que parece refletir uma maior homogeneidade no perfil de alteração para os materiais componentes da fração argila desta última classe.

Teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  foram, em média, menores para os Cambissolos ( $8,7 \text{ dag kg}^{-1}$ ), intermediários para os Latossolos Vermelho-Amarelos ( $11,9 \text{ dag kg}^{-1}$ ) e maiores para os Latossolos Vermelhos ( $16,4 \text{ dag kg}^{-1}$ ), com destaque para o perfil P10, cujos teores acima de  $22 \text{ dag kg}^{-1}$  permitiram classificá-lo como férrico pelo SiBCS (EMBRAPA, 2006), fato ainda não observado em Latossolos na área de domínio das rochas pelíticas do Grupo Bambuí. Os teores diferenciados de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , associados à mineralogia dos solos sugerem variações na composição do material de origem (ou deposição de material mais rico em ferro sobre as rochas do Bambuí), havendo maior distinção no material relacionado aos LV, principalmente na unidade de mapeamento onde foi classificado como LVdf (vide mapa de solos da Fazenda Cachoeira).

O menor valor para a relação molecular  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$  foi 1,9, indicando predomínio das formas de alumínio para todos os perfis estudados. De acordo com MELO (1998), tal constatação indica maior presença das micas dioctaedrais em detrimento das micas trioctaedrais, o que reforça a presença da illita na fração argila dos solos estudados.

Foram observados teores muito baixos de  $\text{TiO}_2$ , ressaltando que estes óxidos apresentaram teores um pouco maiores nos Latossolos, principalmente nos LV, em relação aos Cambissolos Háplicos. Nos perfis P4, P5, P9, P12 e 13, as variações nos teores de  $\text{TiO}_2$  em maiores profundidades sugerem a ocorrência de descontinuidade litológica.

Teores menores de  $\text{SiO}_2$ , quando comparados com o  $\text{Al}_2\text{O}_3$  em todos os perfis

dos Latossolos estudados revelaram uma maior dessilicificação para estas classes de solos, atestada pela mineralogia, cujos valores de Ki, de modo geral, pouco menores que 1,5, indicam uma mineralogia predominantemente caulínica.

Para os Latossolos, os valores baixos de Ki associados aos resultados de CTCr < 17 cmolc dm<sup>-3</sup>, baixa relação textural e relação silte/argila ≤ 0,6 atestam maior alteração pedogenética, comparativamente aos CX. Os resultados de Ki são condizentes com os obtidos por ACHÁ PANOSO et al. (1978), ALMEIDA (1979) e EMBRAPA (1983) para solos desenvolvidos de rochas pelíticas do Grupo Bambuí.

Para os CX, os valores de Ki encontrados, em torno de 2,0, indicam menor desenvolvimento pedogenético e menor remoção dos silicatos. A mineralogia é predominantemente caulínica/ilítica, confirmada pelos resultados de DRX, com valores de CTCr chegando no máximo a 22 cmolc dm<sup>-3</sup>.

Resultados de Ki mais elevados, de 2,4, foram encontrados por ACHÁ PANOSO et al. (1978) para CX originados de filito do Grupo Bambuí. Devido à presença dos picos em 1,43 e 1,13 nm estarem relacionados à VHE (vide mineralogia), é sugestivo que os polímeros de alumínio nas entre camadas desse argilomineral tenham contribuído para resultados de Ki dos solos do presente estudo, ainda que elevados, mais baixos que os encontrados por ACHÁ PANOSO et al. (1978). Esta constatação foi observada por KER (1988) em trabalho com solos brunos subtropicais nos quais a presença de VHE provavelmente influenciou no abaixamento do Ki.



Quadro 4. Resultados da digestão sulfúrica em TFSA e relações moleculares dos solos estudados

Horizonte	Prof. (cm)	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Ki	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
		-----dag kg <sup>-1</sup> -----					
P1 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico							
A	0 – 20	18,6	15,6	8,4	0,69	2,0	2,9
Bi2	50 – 78	17,5	16,7	8,3	0,72	1,8	3,2
BC	114 – 140	20,2	16,6	8,5	0,72	2,1	3,1
P2 – Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico cambissólico							
A	0 – 21	22,4	26,7	11,3	0,76	1,4	3,7
Bw1	46 – 82	23,7	28,5	11,3	0,78	1,4	4,0
BC	118 – 150	22,7	26,9	14,2	0,95	1,4	3,0
P3 – Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico							
A	0 – 20	24,5	28,8	9,9	0,74	1,4	4,5
Bw2	70 – 103	23,4	26,1	9,1	0,66	1,5	4,5
P4 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico							
A	0 – 11	19,2	16,5	10,4	0,65	2,0	2,5
Bi3	34 – 72	23,1	20,8	10,0	0,77	1,9	3,3
2BC	110 – 170+	26,0	20,7	10,1	0,73	2,1	3,2
P5 – Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico							
A	0 – 13	23,7	30,1	13,1	0,78	1,3	3,6
Bw2	65 – 112	24,4	27,9	13,1	0,75	1,5	3,3
C	170+	24,2	29,4	14,7	0,88	1,4	3,1
P6 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico							
A	0 – 14	26,8	22,9	9,1	0,80	2,0	4,0
Bi2	80 – 117	24,6	23,7	9,1	0,78	1,8	4,1
P7 – Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico							
Ap	0 – 20	19,1	23,6	11,9	0,97	1,4	3,1
Bw1	47 – 76	18,1	27,1	12,1	0,94	1,1	3,5
P8 – Latossolo Vermelho Distrófico típico							
Ap	0 – 20	23,5	28,8	16,7	1,13	1,4	2,7
Bw1	42 – 76	23,0	28,1	15,8	1,04	1,4	2,8
P9 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico							
A	0 – 12	20,9	17,4	6,8	0,61	2,0	4,0
2Bi2	68 – 95	17,0	14,3	8,2	0,65	2,0	2,7
2C	140 – 180	27,6	22,1	9,1	0,72	2,1	3,8
P10 – Latossolo Vermelho Distroférico típico							
Ap	0 – 26	24,4	27,1	22,3	0,96	1,5	1,9
Bw2	52 – 120	24,5	29,8	22,6	0,95	1,4	2,1
P11 – Latossolo Vermelho Distrófico típico							
Ap	0 – 22	18,4	23,7	10,4	0,90	1,3	3,6
Bw2	105 – 158	22,0	25,9	10,6	0,87	1,4	3,8
P12 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico							
Ap	0 – 20	15,2	13,2	10,9	0,75	2,0	1,9
2Bi1	20 – 52	19,1	18,7	9,4	0,71	1,7	3,1
2Bi3	85 – 120	25,4	21,8	9,7	0,75	2,0	3,5
P13 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico							
Ap	0 – 28	15,9	13,9	5,7	0,62	1,9	3,8
2Bi3	105 – 140	21,3	19,5	7,6	0,69	1,9	4,0

Os teores dos óxidos e elementos totais obtidos pela digestão da TFSA encontram-se no quadro 5. Os teores de  $K_2O$  total foram, em média, de 3, 2 e 1 dag  $kg^{-1}$  para os CX, LVA e LV, respectivamente. De acordo com ERNANI et al. (2007), teores de  $K_2O$  total normalmente encontrados para solos desenvolvidos de rochas pelíticas são de 3,2 dag  $kg^{-1}$ , aproximadamente, sendo estes condizentes com os teores totais encontrados nos solos do presente estudo, principalmente nos Cambissolos, justamente nos quais os minerais micáceos (muscovita/ilita) ocorrem em maiores quantidades. Estes resultados também corroboram com os teores encontrados por CHIODI FILHO et al. (2003) para o  $K_2O$  total presente em ardósias próximas à região de Curvelo, que foram de 3,85 dag  $kg^{-1}$ .

A relação  $K_{NaHSO_4}/Mg_{NaHSO_4}$  em torno de 5 constatada por MELO (1998) visando extração de micas e demais minerais 2:1 em Cambissolos Háplicos de Minas Gerais e Rio Grande do Sul, permitiu relacionar a formação de ilita principalmente a partir do intemperismo da muscovita. Uma analogia à relação K/Mg (elementos totais) em torno 13 encontrada para os CX parece seguir o mesmo raciocínio, com ilita originando-se do intemperismo da muscovita, sendo a ocorrência destes minerais dioctaedrais justificada pela natureza sericítica observada em levantamento geológico realizado por CPRM (1984) para esta região do Bambuí. A respeito dos LVA e LV, foram observados resultados menores para a relação K/Mg (elementos totais), principalmente nos LV, o que parece aumentar a participação de materiais ferromagnesianos no desenvolvimento pedogenético.

Outra fonte de contribuição do K total no solo, mesmo que muito pequena, pode estar relacionada à caulinita (MELO, 1998), devido à sua grande presença, principalmente nos CX. Estudos apontados por MELO (1998) evidenciaram presença de K em caulinitas, que segundo SPARKS (1987), pode estar relacionado tanto à presença de cargas negativas decorrentes de substituição isomórfica, bem como à existência de camadas oclusas de micas na estrutura do mineral, já que pouca caulinita pura é encontrada em solos ou mesmo em minas de caulim.

Quanto à liberação de K para a solução do solo, a concentração crítica na qual esta é inibida varia de  $6 \times 10^{-3}$  a  $4 \times 10^{-2}$   $cmol_c dm^{-3}$  para micas trioctaedrais em soluções diluídas e abaixo de  $3 \times 10^{-4}$   $cmol_c dm^{-3}$  para muscovita (MARTIN e SPARKS, 1985). Nos solos estudados, em todos os horizontes os menores teores de K trocável foram de  $1 \times 10^{-2}$   $cmol_c dm^{-3}$  (Quadro 3), sendo muito superiores aos estabelecidos para a muscovita. Neste caso, para que este mineral libere K, os teores disponíveis deste íon

devem ser muito pequenos, fato que explica a grande diferença de K trocável e K total. Este fato condiz com estudos realizados por MARTIN e SPARKS (1983) e SPARKS e HUANG (1985), cujas observações são de que a maior parte dos teores de K total dos solos está na fase mineral.

Teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  totais foram menores que do que os teores de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  totais (Quadro 5), seguindo a mesma tendência do  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e  $\text{Al}_2\text{O}_3$  extraídos pela digestão sulfúrica. Uma comparação entre estes dois métodos de extração, digestão total e sulfúrica, revelam maiores teores quando a digestão foi total, apesar de alguns horizontes os teores apresentarem-se muito próximos, indicando que a presença destes óxidos encontra-se em grande parte na fração argila dos solos. No entanto, teores mais elevados de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  obtidos pela digestão total em detrimento daqueles obtidos pela digestão sulfúrica foram observados para os Latossolos Vermelhos, possivelmente em reflexo à presença de pequenos nódulos e/ou concreções ferruginosas encontrados na fração grosseira destes solos.

Teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  total em torno de  $2,30 \text{ dag kg}^{-1}$  encontrados por CHIODI FILHO et al. (2003) para ardósias próximas à região de Curvelo são inferiores aos teores deste óxido encontrados nos solos do presente estudo, o que pode ser resultado de desmonte da antiga Superfície Terciária Sulamericana, conforme apontado por VIANA (2005), que estudou a gênese de Latossolos Vermelhos desenvolvidos de rochas pelíticas/carbonáticas do Grupo Bambuí. Segundo este autor, teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  total (em torno de  $9,3 \text{ dag kg}^{-1}$ ) foram superiores aos teores de Fe total (em torno de  $3 \text{ dag kg}^{-1}$ ) presente nestas rochas.

Teores muito baixos de  $\text{P}_2\text{O}_5$  total, em torno de  $0,07 \text{ dag kg}^{-1}$ , evidenciam a deficiência das fontes de reserva do solo para este óxido. Teores semi totais de  $\text{P}_2\text{O}_5$  em torno de  $0,08 \text{ dag kg}^{-1}$  (CPRM, 2008), e totais, em torno de  $0,14 \text{ dag kg}^{-1}$  (CHIODI FILHO et al., 2003), encontrados em ardósias localizadas em áreas próximas à do presente estudo, confirmam a pequena ocorrência de P no material de origem, ao passo que indica que não houve perdas substanciais deste elemento pelo intemperismo.

Para o MnO total, teores de  $0,05 \text{ dag kg}^{-1}$ , em média, são condizentes com os encontrados por KRAUSKOPF (1972), de  $0,06 \text{ dag kg}^{-1}$  em média, para os solos do mundo.

Quadro 5. Resultados da digestão total em TFSA dos solos estudados

Horizonte	Prof. (cm)	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cr	Zn	Ni	Cd	Cu	Mo	Co
		-----dag kg <sup>-1</sup> -----								-----mg kg <sup>-1</sup> -----					
P1 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico															
A	0 – 20	1,44	0,55	3,38	8,95	20,75	0,05	0,11	87,09	47,19	18,47	1,24	43,10	nd	6,23
Bi1	20 – 50	1,32	0,33	3,42	8,26	14,59	0,05	0,12	154,44	37,63	38,23	0,85	42,49	nd	7,95
Bi2	50 – 78	1,80	0,23	3,53	8,56	16,74	0,01	0,08	75,71	26,24	21,54	0,78	46,14	nd	4,91
Bi3	78 – 114	1,05	0,17	3,42	8,32	14,95	0,05	0,04	87,27	22,79	17,48	0,89	42,30	nd	2,64
BC	114 – 140	0,78	0,28	2,94	8,52	17,65	0,10	0,09	80,73	17,73	21,10	0,79	34,74	nd	6,04
P2 – Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico cambissólico															
A	0 – 21	1,44	0,51	2,58	12,21	28,80	0,09	0,14	141,48	19,29	13,57	1,27	45,88	nd	2,84
BA	21 – 46	2,28	0,48	1,96	13,33	28,36	0,05	0,09	129,87	22,48	14,04	1,15	43,68	nd	5,25
Bw1	46 – 82	2,11	0,65	3,12	11,52	30,27	0,05	0,09	117,23	17,30	13,18	1,21	45,41	nd	2,49
Bw2	82 – 118	0,25	0,41	2,72	15,44	30,34	0,04	0,10	151,86	19,46	14,23	1,37	48,00	nd	6,72
BC	118 – 150	2,66	0,41	2,49	15,76	28,34	0,18	0,08	249,71	18,74	13,89	1,74	48,11	nd	7,13
P3 – Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico															
A	0 – 20	1,44	0,51	2,58	11,82	29,76	0,05	0,09	107,42	47,23	33,31	1,05	45,25	nd	5,95
BA	20 – 36	2,28	0,48	1,96	10,88	30,16	0,05	0,07	123,97	22,78	34,53	1,18	46,54	nd	11,03
Bw1	36 – 70	2,11	0,65	3,12	12,10	30,76	0,08	0,09	118,03	26,41	30,62	1,01	46,97	nd	0,00
Bw2	70 – 103	1,25	0,41	2,72	10,15	27,70	0,06	0,05	107,43	17,52	34,26	1,14	45,38	nd	11,08
Bw3	103 – 140	1,40	0,41	2,49	11,18	24,88	0,04	0,08	95,19	18,63	30,43	1,07	46,11	nd	0,00
P4 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico															
A	0 – 11	1,05	0,17	3,58	10,32	16,12	0,09	0,05	182,21	18,22	26,75	1,24	38,57	nd	13,30
Bi1	11 – 28	1,09	0,81	3,55	12,82	30,91	0,09	0,07	114,39	20,84	22,93	1,16	41,41	nd	0,78
Bi2	28 – 34	0,84	0,35	4,08	10,32	19,20	0,08	0,05	123,24	18,36	29,42	1,01	43,78	nd	8,77
Bi3	34 – 72	0,60	0,18	3,88	11,50	21,22	0,08	0,03	99,52	19,24	24,79	1,09	43,02	nd	0,00
Bi4	72 – 105	0,77	0,15	3,54	11,78	24,28	0,09	0,02	102,21	20,67	35,23	0,87	43,41	nd	14,96
2BC	110 – 170+	0,94	0,35	3,69	12,95	24,47	0,06	0,09	97,82	34,54	36,75	0,99	55,18	nd	17,94
P5 – Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico															
A	0 – 13	1,44	0,80	2,48	13,85	33,14	0,06	0,06	118,87	54,96	18,26	1,43	51,30	nd	7,47
AB	13 – 29	1,85	0,61	2,13	13,17	32,59	0,06	0,09	115,46	24,29	22,13	1,36	50,55	nd	8,82
BA	29 – 45	0,76	0,30	2,39	11,75	31,08	0,05	0,05	122,26	20,61	18,77	1,36	49,59	nd	3,82
Bw1	45 – 65	1,61	0,36	1,83	14,00	30,38	0,04	0,09	111,87	17,72	19,35	1,42	46,37	nd	7,24
Bw2	65 – 112	2,57	0,61	1,93	13,18	31,48	0,05	0,07	125,91	22,79	17,63	1,42	47,56	nd	5,10
Bw3	112 – 170	0,56	0,55	1,14	13,98	33,25	0,08	0,03	128,93	21,27	20,55	1,41	49,48	nd	10,04
C	170 +	3,40	0,66	2,30	14,55	32,73	0,08	0,07	118,59	21,07	19,33	1,37	49,67	nd	3,00

nd: não detectado.

Quadro 5. Resultados da digestão total em TFSA dos solos estudados (cont.)

Horizonte	Prof. (cm)	-----dag kg <sup>-1</sup> -----								-----mg kg <sup>-1</sup> -----					
		CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cr	Zn	Ni	Cd	Cu	Mo	Co
P6 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico															
A	0 – 14	1,93	0,58	4,06	10,01	24,53	0,05	0,07	83,08	23,55	33,71	0,88	39,60	nd	5,37
AB	14 – 33	1,65	0,61	3,34	10,75	29,93	0,03	0,07	86,51	29,17	34,23	0,82	40,72	nd	2,72
BA	33 – 58	1,27	0,25	3,54	9,06	23,83	0,04	0,05	92,48	30,73	33,86	0,96	42,53	nd	23,31
Bi1	58 – 80	2,22	0,40	3,23	9,92	25,87	0,01	0,06	93,86	26,43	34,53	1,14	39,29	nd	9,17
Bi2	80 – 117	1,93	0,30	2,20	10,29	25,21	0,03	0,05	97,69	29,22	33,23	1,22	34,43	nd	7,69
Bi3	117 – 155	1,78	0,43	1,99	10,34	27,11	0,03	0,08	85,37	37,91	28,46	1,13	36,56	nd	4,27
P7 – Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico															
Ap	0 – 20	2,28	0,63	1,20	12,82	25,79	0,05	0,07	88,92	42,15	50,86	1,14	58,35	nd	14,48
BA	20 – 47	1,51	0,80	1,25	12,64	25,45	0,06	0,07	95,54	42,63	54,47	1,19	62,29	nd	12,69
Bw1	47 – 76	1,40	0,30	1,28	12,50	29,02	0,06	0,06	104,99	37,56	54,27	1,10	59,92	nd	12,02
Bw2	76 – 140	2,01	0,36	0,84	12,25	33,27	0,04	0,03	97,61	34,37	51,11	1,25	60,62	nd	8,88
P8 – Latossolo Vermelho Distrófico típico															
Ap	0 – 20	1,12	0,18	0,99	19,79	31,01	0,06	0,09	77,21	25,02	59,03	1,62	47,67	nd	16,15
BA	20 – 42	1,34	0,15	0,84	18,87	33,01	0,06	0,09	77,59	25,49	56,78	1,65	48,09	nd	13,66
Bw1	42 – 76	2,41	0,40	1,43	19,32	32,44	0,06	0,08	97,79	35,22	57,39	1,60	48,46	nd	11,10
Bw2	76 – 120+	1,61	0,36	0,96	20,50	35,22	0,05	0,06	131,17	26,04	56,85	1,69	46,68	nd	18,92
P9 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico															
A	0 – 12	1,26	0,15	3,02	7,39	19,74	0,04	0,05	83,46	5,45	10,90	0,67	24,78	nd	0,00
BA	12 – 30	1,89	0,25	3,06	6,86	16,76	0,03	0,04	127,35	7,22	16,72	0,69	24,32	nd	7,88
Bi1	30 – 68	1,60	0,23	3,52	6,88	18,63	0,03	0,03	129,94	7,27	13,11	0,78	25,47	nd	0,00
2Bi2	68 – 95	0,85	0,38	3,22	8,11	17,84	0,03	0,05	103,43	19,33	18,24	0,72	25,58	nd	8,62
2BC1	95 – 140	1,67	0,36	2,87	6,91	22,81	0,03	0,05	92,00	14,82	20,67	0,92	28,34	nd	0,08
2C	140 – 180	1,06	0,45	3,52	6,41	23,32	0,03	0,04	90,52	16,51	22,18	0,89	29,47	nd	7,71
P10 – Latossolo Vermelho Distroférico típico															
Ap	0 – 26	3,29	0,41	1,87	23,68	29,65	0,08	0,12	120,67	18,82	41,41	1,50	42,52	nd	14,51
Bw1	26 – 52	2,00	0,18	0,88	23,65	31,35	0,08	0,12	158,88	27,89	44,42	1,44	39,90	nd	16,03
Bw2	52 – 120	2,71	0,51	1,55	24,42	31,44	0,09	0,09	180,35	30,30	42,08	1,51	41,94	nd	17,97
2Bw3	120 – 180	1,79	0,56	1,69	25,69	33,69	0,06	0,08	230,84	28,70	51,16	1,93	43,63	nd	16,92

nd: não detectado.

Quadro 5. Resultados da digestão total em TFSA dos solos estudados (cont.)

Horizonte	Prof. (cm)	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cr	Zn	Ni	Cd	Cu	Mo	Co
		-----dag kg <sup>-1</sup> -----								-----mg kg <sup>-1</sup> -----					
P11 – Latossolo Vermelho Distrófico típico															
Ap	0 – 22	1,86	0,56	0,81	13,25	25,51	0,04	0,06	111,61	18,31	38,62	1,07	36,06	nd	12,40
AB	22 – 40	1,40	0,25	0,80	13,37	27,00	0,04	0,05	112,03	17,16	29,59	0,98	37,28	nd	11,71
BA	40 – 70	2,00	0,12	0,60	13,88	31,86	0,04	0,06	117,06	15,76	31,97	1,00	36,00	nd	10,23
Bw1	70 – 105	1,47	0,20	0,77	11,65	32,74	0,04	0,05	104,28	22,57	28,68	1,08	35,30	nd	5,97
Bw2	105 – 158	2,29	0,45	0,88	13,07	29,40	0,04	0,05	98,23	19,05	36,64	1,00	35,89	nd	8,64
Bw3	158 – 190+	1,62	0,45	0,75	17,13	28,38	0,04	0,05	128,03	13,95	45,48	1,15	35,93	nd	4,49
P12 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico															
Ap	0 – 20	2,57	0,55	2,47	11,18	18,63	0,06	0,05	115,09	12,79	20,07	0,88	29,21	nd	4,78
2Bi1	20 – 52	1,90	0,27	2,10	9,81	19,63	0,04	0,03	105,58	12,75	17,01	1,03	32,37	nd	3,21
2Bi2	52 – 85	1,69	0,35	2,52	9,95	21,37	0,04	0,06	93,79	17,65	20,72	1,03	38,59	nd	2,51
2Bi3	85 – 120	0,97	0,58	2,32	9,95	24,71	0,04	0,04	95,35	23,89	22,02	0,94	45,01	nd	2,85
BC	120 – 170+	1,74	1,09	3,83	11,29	25,21	0,09	0,10	94,58	45,71	28,03	1,33	69,39	nd	9,82
P13 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico															
Ap	0 – 28	1,94	0,48	1,23	6,21	21,96	0,04	0,07	68,05	16,99	16,93	0,60	29,27	nd	3,09
Bi1	38 – 67	2,49	0,43	0,80	6,46	23,54	0,04	0,04	68,64	14,74	19,92	0,81	29,53	nd	6,28
Bi2	67 – 105	2,53	0,28	0,90	6,51	18,91	0,04	0,04	113,07	12,33	19,33	0,78	29,92	nd	3,56
2Bi3	105 – 140	3,74	0,38	1,26	7,71	24,37	0,04	0,07	101,87	18,72	23,36	1,05	32,01	nd	5,42
BC	140 – 160+	3,30	0,30	1,30	6,13	21,43	0,03	0,07	66,94	72,94	20,79	0,75	29,41	nd	7,24

nd: não detectado.

Alguns teores dos elementos traços determinados foram comparados com os estabelecidos pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2005). No entanto, o método de digestão utilizado por esta companhia é considerado semi-total (água régia), enquanto no presente trabalho foram utilizados, além do  $\text{HNO}_3$ , o HF visando a abertura dos silicatos, caracterizando a determinação total dos elementos.

Teores de Cr total, em torno de  $111 \text{ mg kg}^{-1}$ , mostraram-se acima dos limites de prevenção para os solos estudados, podendo repercutir, segundo CETESB (2005), em alterações prejudiciais à qualidade do solo e à água subterrânea. No entanto, apesar da indicação da CETESB, trata-se de um elemento de solubilidade muito baixa, não constituindo problema ambiental maior.

Para o Zn total, os teores foram, em média, de  $25 \text{ mg kg}^{-1}$ , resultado abaixo da média sugerida por KRAUSKOPF (1972) para solos, e considerado referência de qualidade (CETESB, 2005). Mesmo enquadramento foi encontrado para o Ni total, cujos teores foram de  $29 \text{ mg kg}^{-1}$ , estando dentro do intervalo estipulado por PAIS e JONES JUNIOR (1996), que é de 1 a  $200 \text{ mg kg}^{-1}$  para os solos.

Alguns horizontes dos perfis P5, P8 e P10 apresentaram teores de Cd total acima daqueles estabelecidos como preventivos, sendo os horizontes restantes, definidos como referência de qualidade. Este mesmo direcionamento foi observado para o Cu total em todos os perfis estudados, cujos teores foram de  $41 \text{ mg kg}^{-1}$  em média, considerado um pouco superior à média sugerida por KRAUSKOPF (1972), de  $30 \text{ mg kg}^{-1}$  para os solos.

De acordo com o método empregado para a digestão total, não foram detectados teores de Mo em nenhum horizonte estudado, o que pode estar relacionado à deficiência deste elemento no solo. Em relação aos teores de Co total, todos mostraram-se dentro dos limites estabelecidos para referência de qualidade em solos (CETESB, 2005).

#### **4.4. Características mineralógicas dos solos**

Resultados dos difratogramas de raio-X (DRX) da fração argila dos solos estudados apresentaram algumas variações em relação ao tipo de minerais constituintes. Para a classe dos Cambissolos Háplicos, os resultados dos DRX apresentaram picos em 0,72, 0,45 e 0,36 nm, indicando presença de caulinita, argilomineral que prevalece na

fração argila destes solos (Figura 8). Os picos em 1,00, 0,50, 0,45, 0,33 e 0,26 nm indicam presença ilita, argilomineral subdominante. Pela multiplicação da porcentagem de K<sub>2</sub>O por 10 (JACKSON, 1979), estima-se uma participação de 29 % de ilita nesta fração. No entanto, possivelmente esta porcentagem foi superestimada em virtude da utilização de teores totais de K<sub>2</sub>O para o cálculo, que podem ser provenientes também das frações grosseiras, principalmente silte. Por isso, trata-se apenas de uma participação estimada de ilita na fração argila.

O pico 0,42 nm na argila natural refere-se ao pico 110 (*hkl*) da goethita, condizente com a cor amarelada dos CX. Este oxihidróxido de ferro foi detectado em todos os solos estudados, provavelmente por ser este o mais estável nos equilíbrios termodinâmicos do ferro, precipitando-se em menor constante de solubilidade ( $10^{-44} < K_{ps} < 10^{-41}$ ) (SCHWERTMANN e TAYLOR, 1989; KÄMPF e CURI, 2000).

Os picos em 1,43, 1,13 e 1,00 nm observados nos DRX dos CX, nas direções dos ângulos com maior espaçamento, até 10 °2θ, aproximadamente, podem estar relacionados à interstratificação ao acaso da vermiculita-ilita, pela não detecção de espaçamentos regulares (d, d/2, d/3,...). Sendo assim, estima-se na interstratificação presença de aproximadamente 70 % de ilita e 30 % de vermiculita, cuja porcentagem foi obtida pelo método de Mering (SAWHNEY, 1989). O mesmo tipo de interstratificação foi proposto por ALMEIDA (1979) para solos derivados de rochas pelíticas do Grupo Bambuí, no qual foram estimados 62 % e 38 %, de mica e vermiculita, respectivamente.



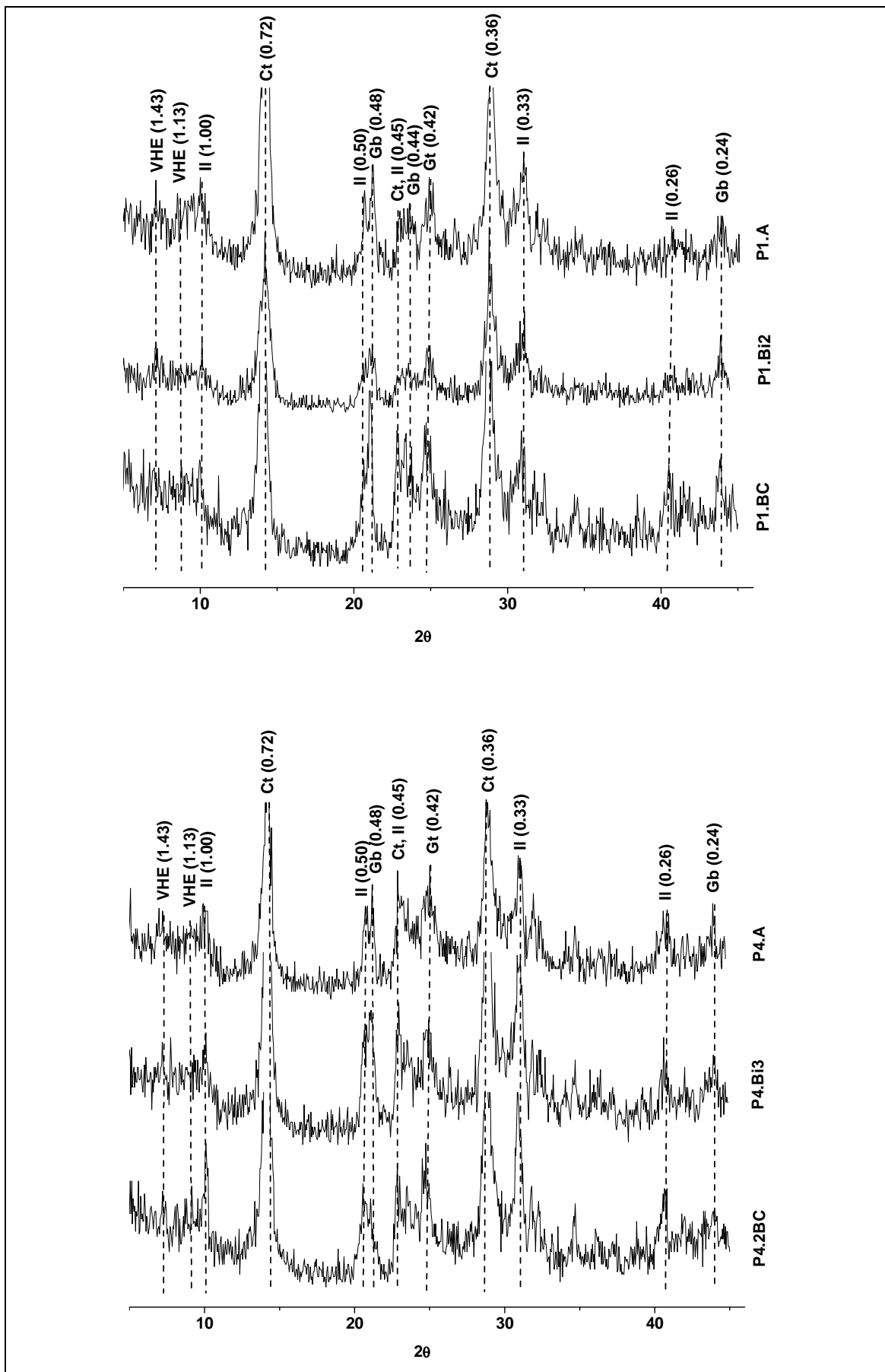


Figura 8. DRX da fração argila natural dos Cambissolos Háplicos. VHE: vermiculita com hidróxi entrecamadas; Il: ilita; Ct: caulinita; Gb: gibbsita; Gt: goethita.

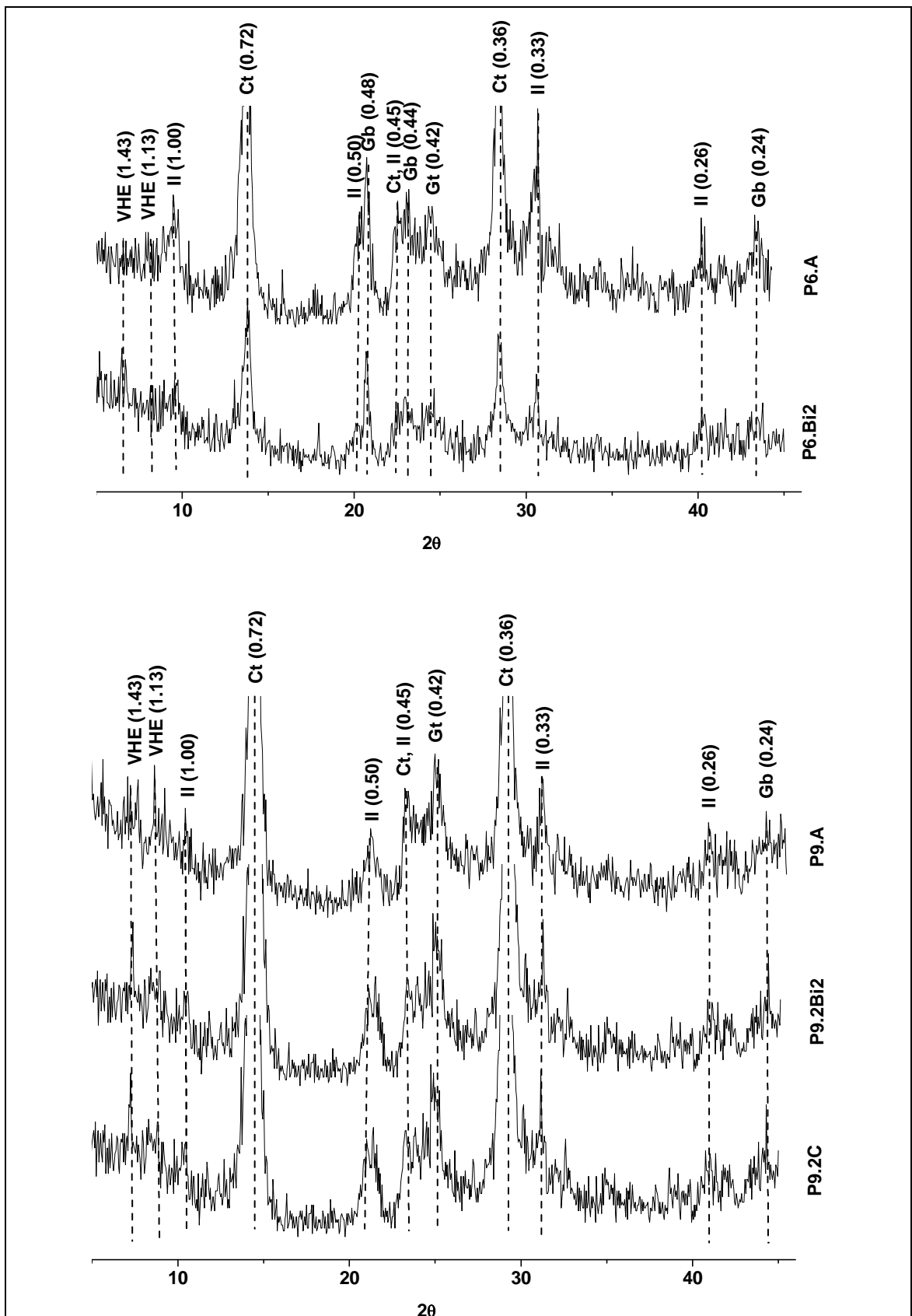


Figura 8. DRX da fração argila natural dos Cambissolos Háplicos. VHE: vermiculita com hidróxi entrecamadas; Il: ilita; Ct: caulinita; Gb: gibbsita; Gt: goethita (cont.)

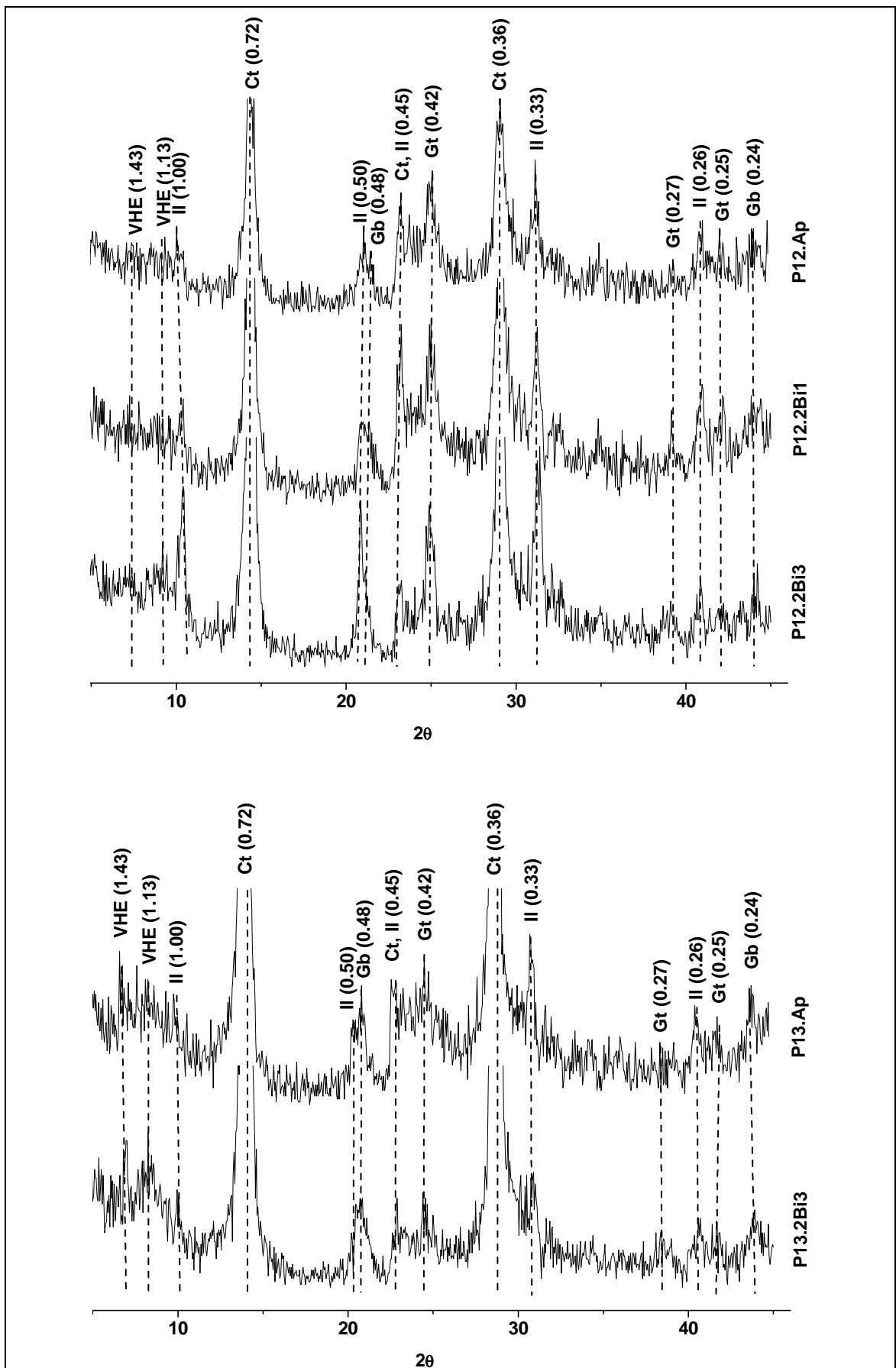


Figura 8. DRX da fração argila natural dos Cambissolos Háplicos. VHE: vermiculita com hidróxi entrecamadas; Il: ilita; Ct: caulinita; Gb: gibbsita; Gt: goethita (cont.).

Após a desferrificação das argilas com DCB, saturação com K e aquecimento a 550 °C, foi possível observar um colapso da vermiculita a 1,00 nm, com aumento da intensidade do pico onde é detectada naturalmente a illita (Figura 9). A presença de ombreira característica e a maior largura do pico à meia altura no último tratamento (aquecimento) demonstram que o colapso foi apenas parcial na vermiculita. Este fato parece estar relacionado à presença de ilhas de Al-hidroxi nas entrecamadas de vermiculita (VHE), que podem ter sido formadas pela acidez dos solos com eventual aumento na instabilidade dos aluminossilicatos, provocando maior liberação de Al no solo (FANNING, et al., 1989; HSU, 1989). Assim, a formação destas ilhas conferiu maior resistência à vermiculita evitando que o colapso fosse completo, uma vez que vermiculitas sem estes materiais entrecamadas colapsam mais intensamente (ALMEIDA, 1979; KER, 1988; RESENDE et al., 2005).

Picos em 0,48, 0,44 e 0,24 nm indicam presença de gibbsita nos Cambissolos, comprovada pelos desaparecimentos dos mesmos após aquecimento das amostras a 550 °C (Figura 9). Isto evidencia coexistência de VHE, illita e gibbsita, fato pouco esperado para solos mais jovens, principalmente. O mesmo fato foi observado por ALMEIDA (1979), o qual atribuiu ao maior tamanho das partículas de mica, com menor taxa de decomposição e liberação de sílica no sistema. Neste caso, provavelmente os baixos teores de Ca e Mg das rochas pelíticas, com maior relação  $K/Al^{1/3}$  em solução (atividade), refletem na diminuição da saída de K presente nas entrecamadas desses aluminossilicatos, aumentando suas estabilidades (RESENDE et al., 2005). Somados a isto, características como a acidez dos solos, altos teores de Al, e a possibilidade do quartzo ser controlador da atividade de sílica em solução (mineral dominante nas frações silte e areia), provavelmente são fatores que favorecem a formação de gibbsita, mesmo em ambiente de mineralogia caulinítica/ilítica e de Ki mais elevado.

Assim, pode-se afirmar que a presença de gibbsita, nesta situação, não é um bom indicador de intemperização acentuada, e tampouco responsável pela formação de estrutura granular, ausente nos solos estudados. Como na literatura, a gibbsita é amplamente correlacionada à formação de estrutura granular (HSU, 1989; RESENDE et al., 2005; RESENDE et al., 2007), vale ressaltar o quanto de gibbsita é necessário para desenvolver estrutura granular, e se seu efeito é mais eficiente em solos mais ricos em  $Fe_2O_3$ .

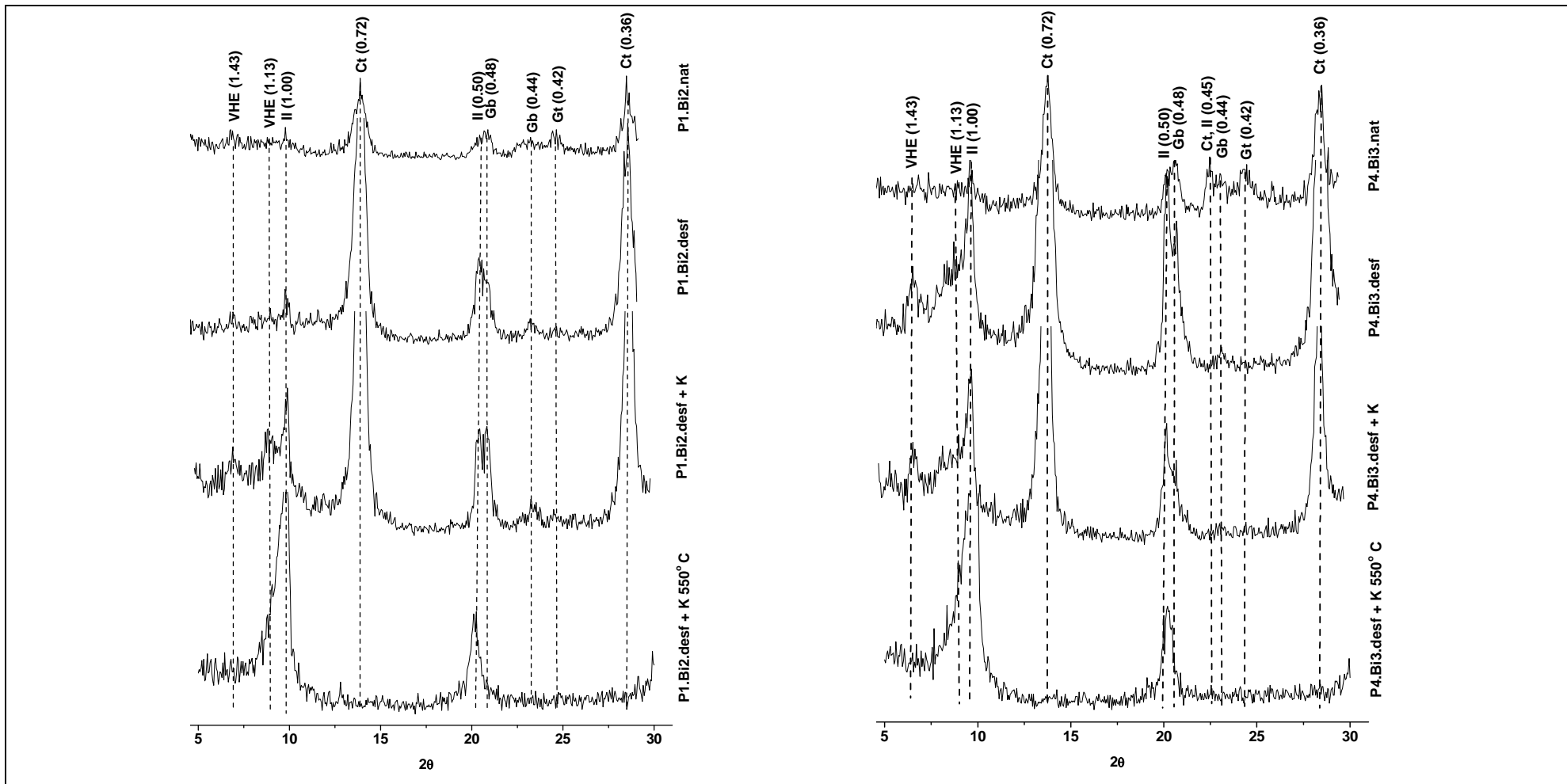


Figura 9. DRX representativos dos tratamentos realizados na fração argila dos Cambissolos Háplicos (P1 e P4) (horizonte B). VHE: vermiculita com hidroxí entrecamadas; Il: ilita; Ct: caulinita; Gb: gibbsita; Gt: goethita.

Para a classe dos Latossolos (LVA e LV), os picos em 0,72, 0,45 e 0,36 nm indicam presença de caulinita, argilomineral dominante na fração argila destes solos (Figuras 10 e 11). Resultados de Ki em torno de 1,4 associados aos DRX parecem indicar que a ocorrência de gibbsita ( $d = 0,48, 0,44$  e  $0,24$  nm) é maior nestes solos, comparativamente aos CX.

Os picos em 1,00, 0,50, 0,45, 0,33 e 0,26 nm indicam presença de ilita na fração argila dos Latossolos, chegando em alguns casos, apenas a traços de ocorrência (perfil P7). Estima-se, assim como discutido anteriormente para os CX, uma participação de 21 % de ilita na fração argila para os LVA, e de 11 % para os LV, resultados que corroboram com a maior intensidade de alteração pedogenética experimentada pelos LV, comentadas anteriormente.

Pela observação dos tratamentos realizados na fração argila dos LVA e LV, a ocorrência de picos em 1,43 e 1,13 nm, com maior intensidade neste último solo, reforça a concepção da ocorrência de VHE pela capacidade das ilhas de Al-hidroxi configurarem maior estabilidade aos argilominerais 2:1, termodinamicamente instáveis nas condições do meio (Figura 12). De acordo com MALAVOLTA (1985), em solos mais intemperizados, somente minerais resistentes contendo K, como mica dioctaedral (muscovita/ilita) e VHE podem permanecer. Este fato justifica a coexistência destes com a gibbsita, conforme resultados apresentados.

Os picos em 0,27 e 0,25 nm confirmam a presença de hematita para os Latossolos Vermelhos, sendo estes os solos que apresentaram os maiores teores de  $Fe_2O_3$  (digestão sulfúrica e total), em média, dentre todos os que foram estudados.

Para a fração silte, foram observados picos em 0,43, 0,34 e 0,25 nm referentes ao quartzo, considerado o mineral dominante nesta fração (Figuras 13, 14 e 15). Os picos em 0,72, 0,45 e 0,36 nm referem-se à caulinita. A presença de caulinita na fração silte constatada também por ALMEIDA (1979) foi atribuída a problemas de dispersão. Além disso, é possível que os primeiros estágios de alteração da mica nesta fração tenham contribuído para a ocorrência dos picos nestas posições.

A muscovita, com picos em 1,00, 0,50, 0,45 e 0,26 nm, apresenta-se com intensidade ligeiramente superior na medida em que há aumento da profundidade nos CX, refletindo a maior alteração do material de solo em superfície (Figura 13). A natureza placóide deste mineral, capaz de ajustar-se horizontalmente, e sua presença nos solos com elevados teores silte, principalmente nos CX, são fatores que parecem interferir na qualidade física dos solos, conforme discutido anteriormente.

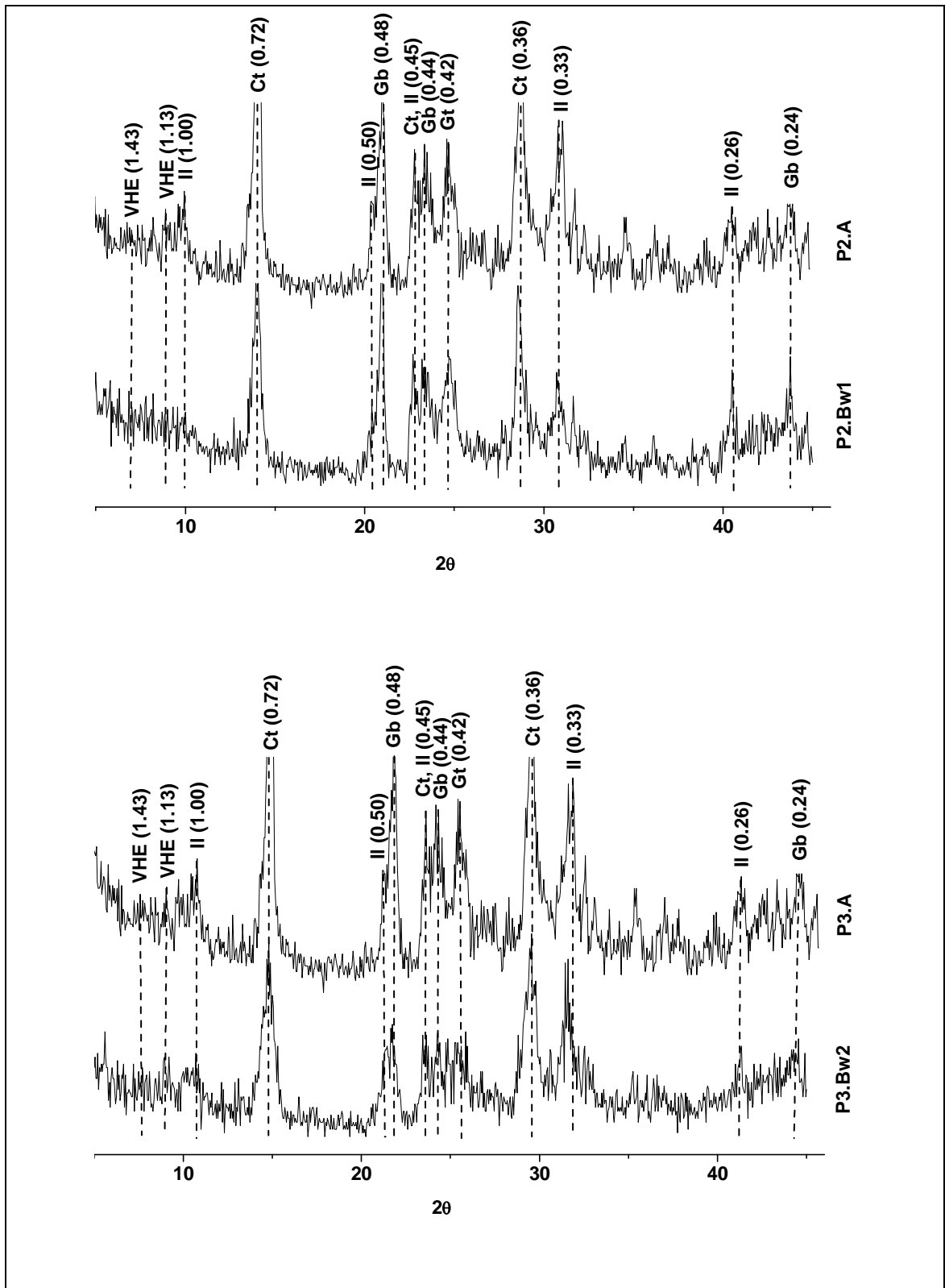


Figura 10. DRX da fração argila natural dos LVA. VHE: vermiculita com hidróxi entrecamadas; Il: ilita; Ct: caulinita; Gb: gibbsita; Gt: goethita.

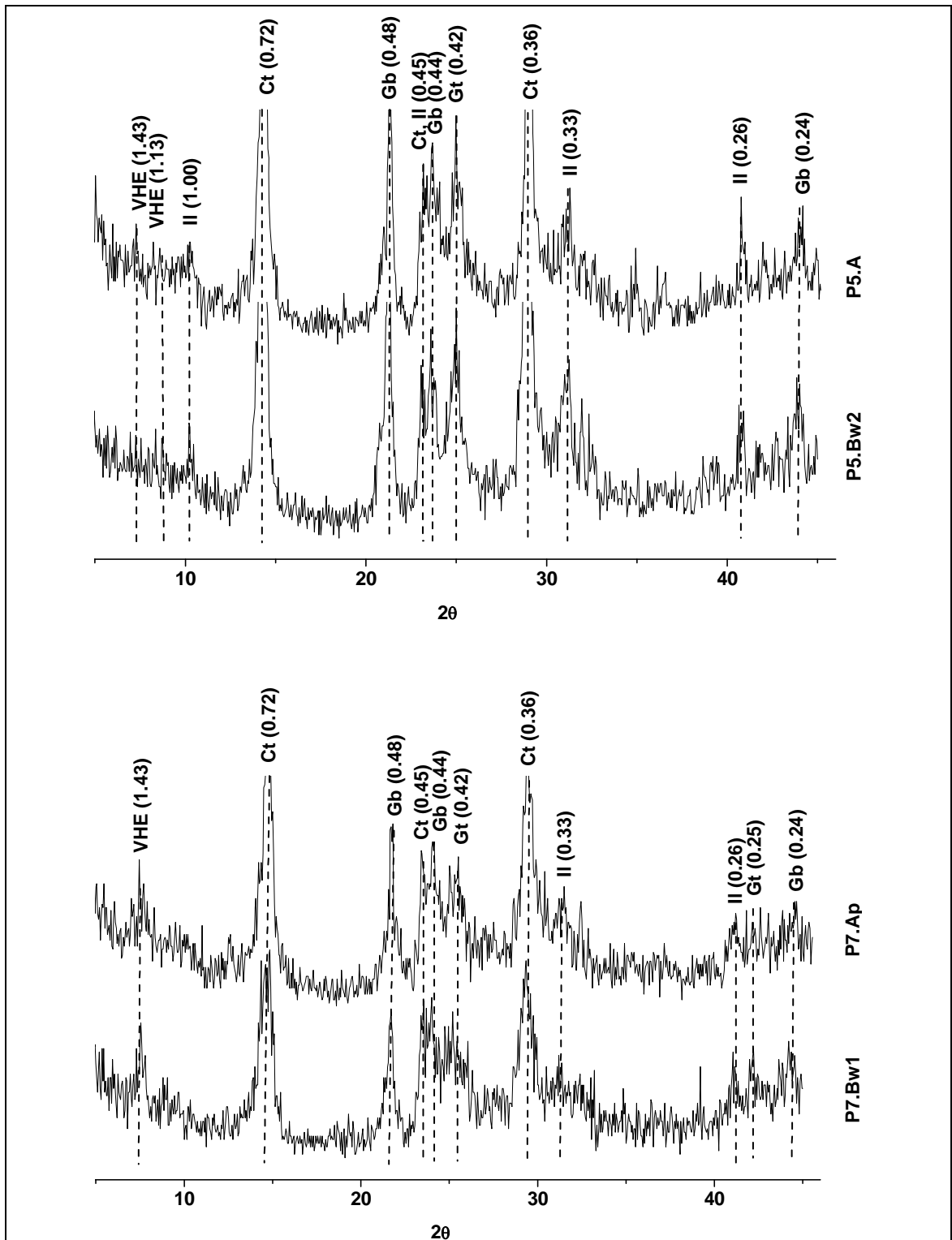


Figura 10. DRX da fração argila natural dos LVA. VHE: vermiculita com hidróxi entrecamadas; Il: ilita; Ct: caulinita; Gb: gibbsita; Gt: goethita (cont.).



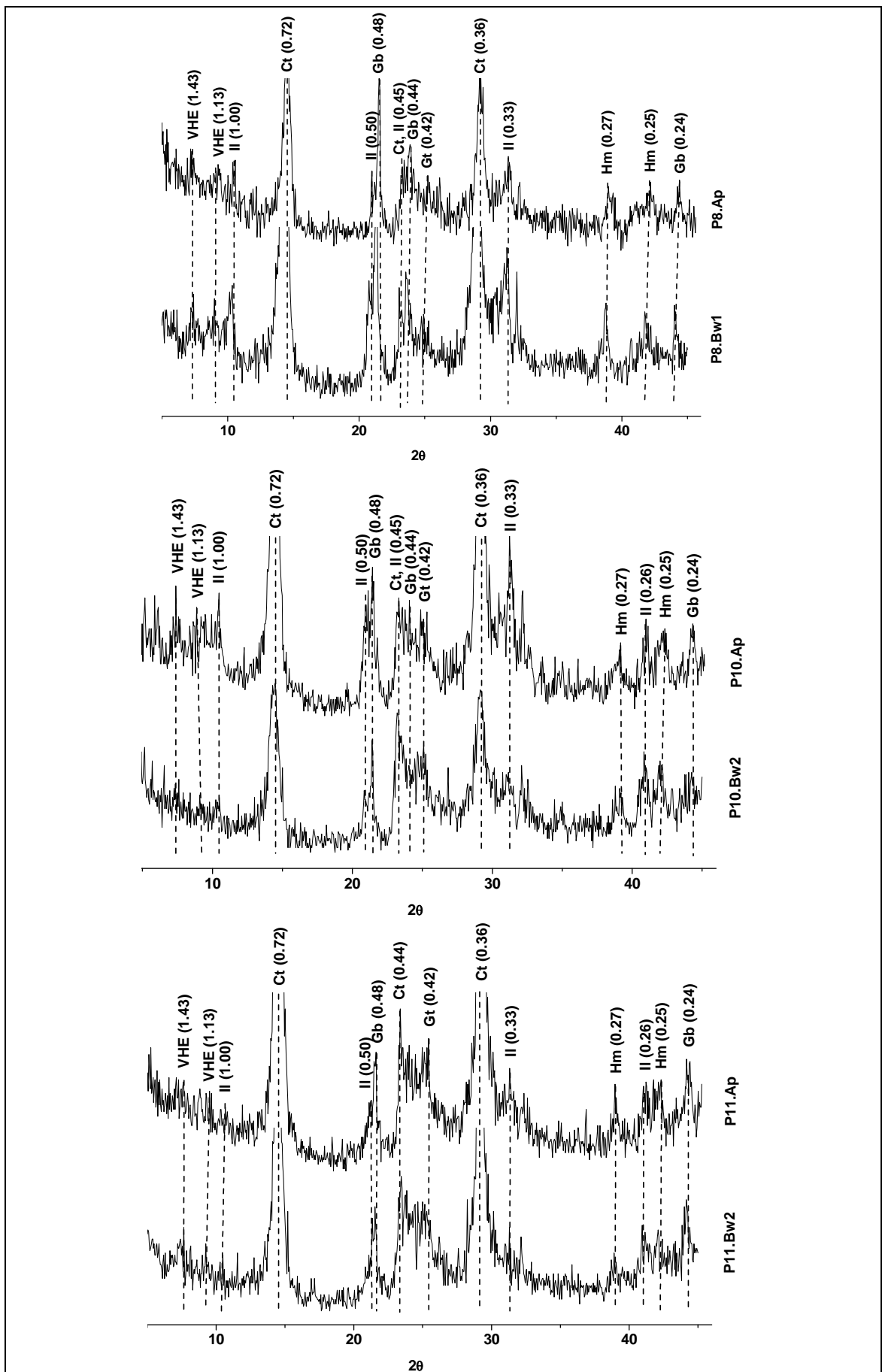


Figura 11. DRX da fração argila natural dos LV. VHE: vermiculita com hidróxi entrecamadas; Il: ilita; Ct: caulinita; Gb: gibbsita; Gt: goethita; Hm: hematita.

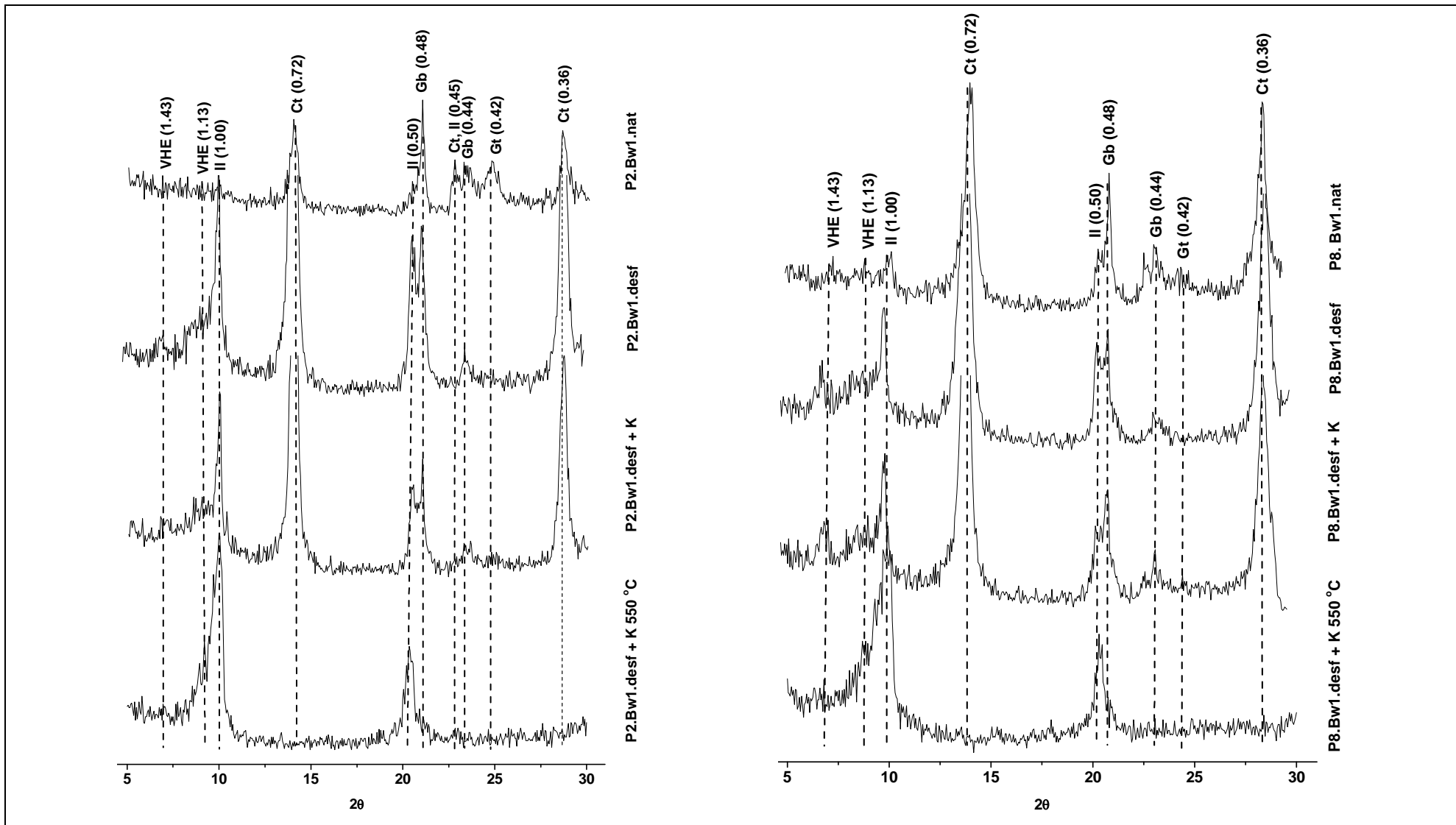


Figura 12. DRX representativos dos tratamentos realizados na fração argila de LVA (P2) e LV (P8) (horizontes B). VHE: vermiculita com hidróxi entrecamadas; Il: ilita; Ct: caulinita; Gb: gibbsita; Gt: goethita.

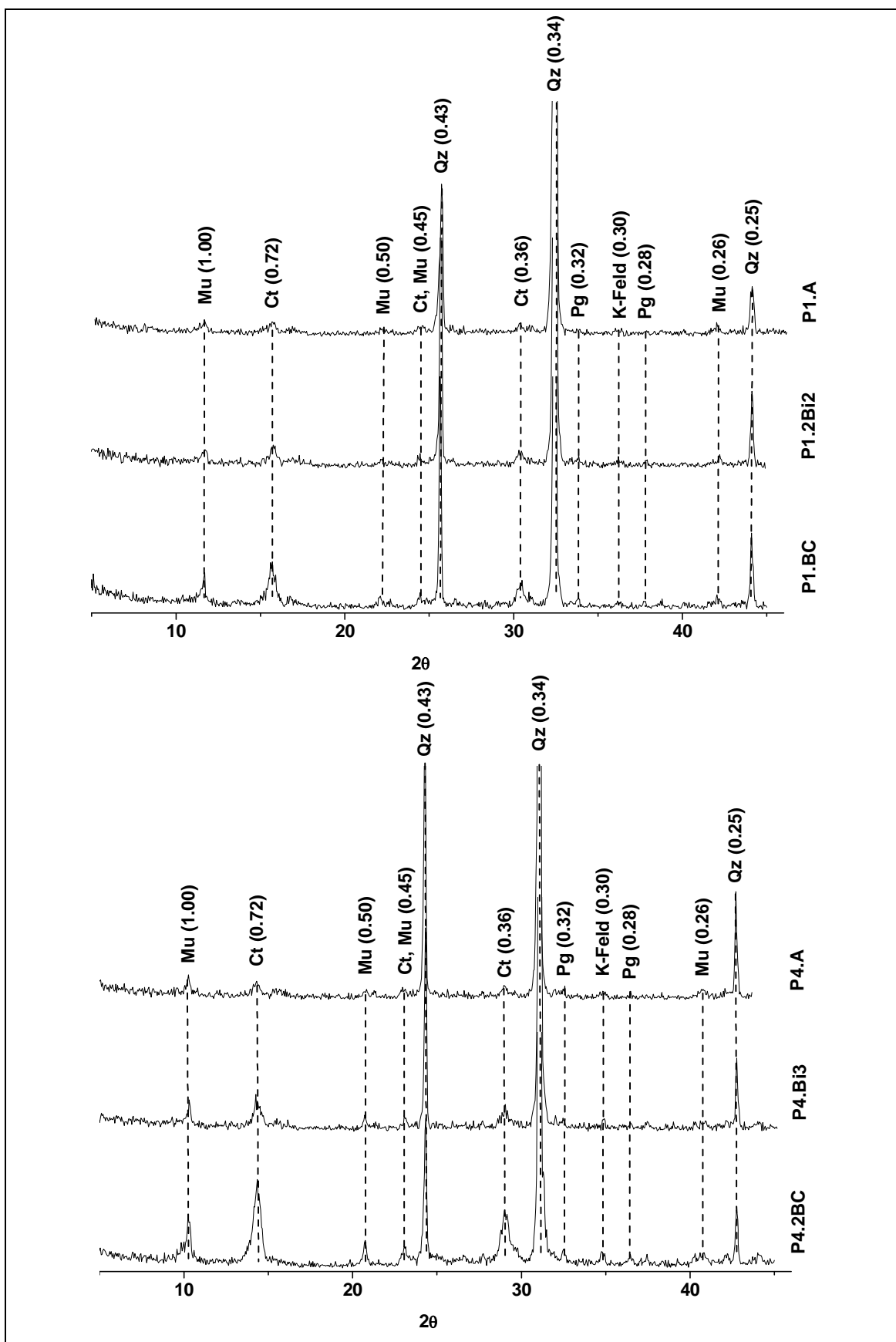


Figura 13. DRX representativos da fração silte dos CX (P1 e P4). Qz: quartzo; Mu: muscovita; Ct: caulinita; Pg: plagioclásio; K-Feld: feldspato potássico.

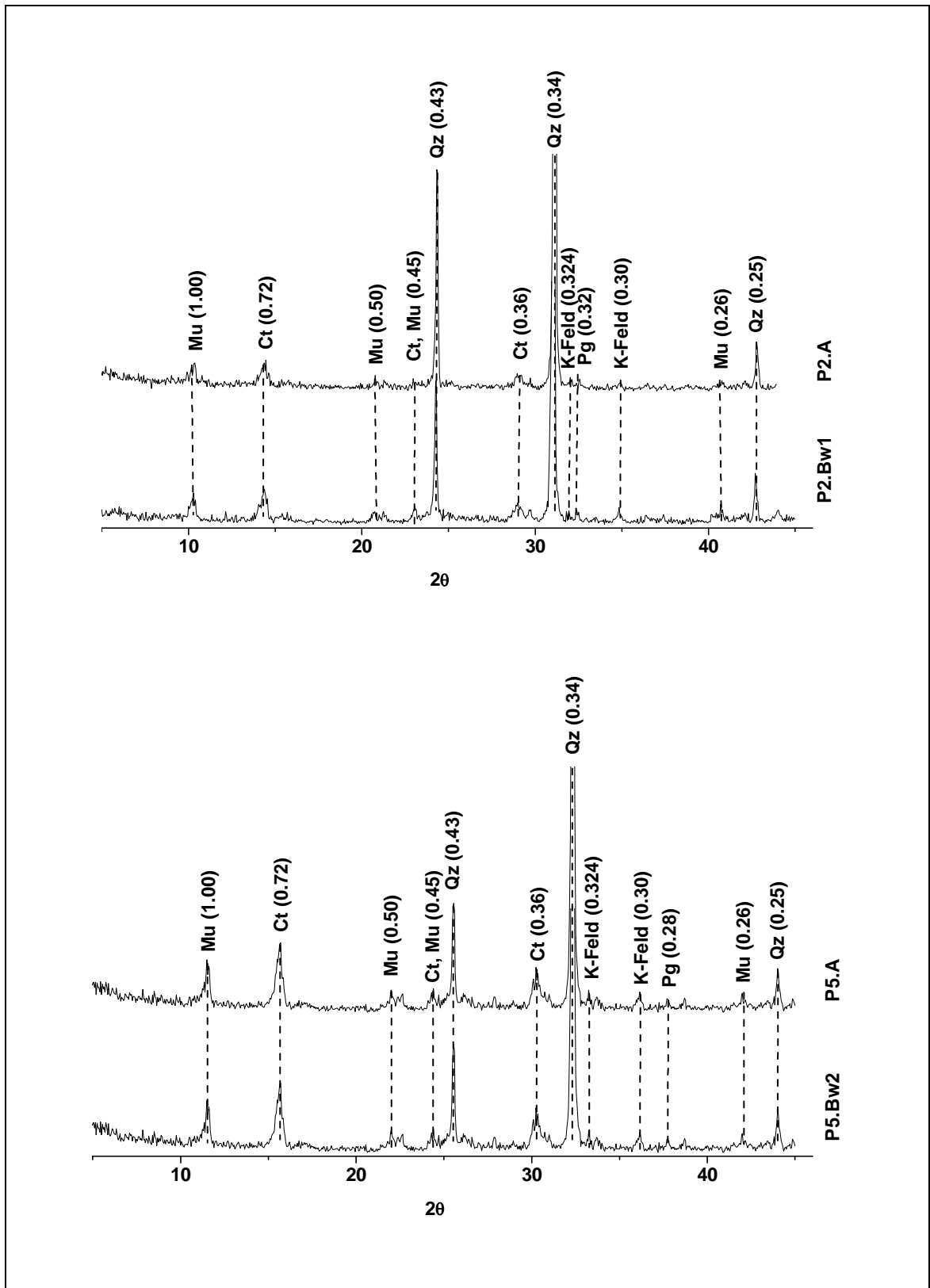


Figura 14. DRX representativos da fração silte dos LVA (P2 e P5). Qz: quartzo; Mu: muscovita; Ct: caulinita; Pg: plagioclásio; K-Feld: feldspato potássico.

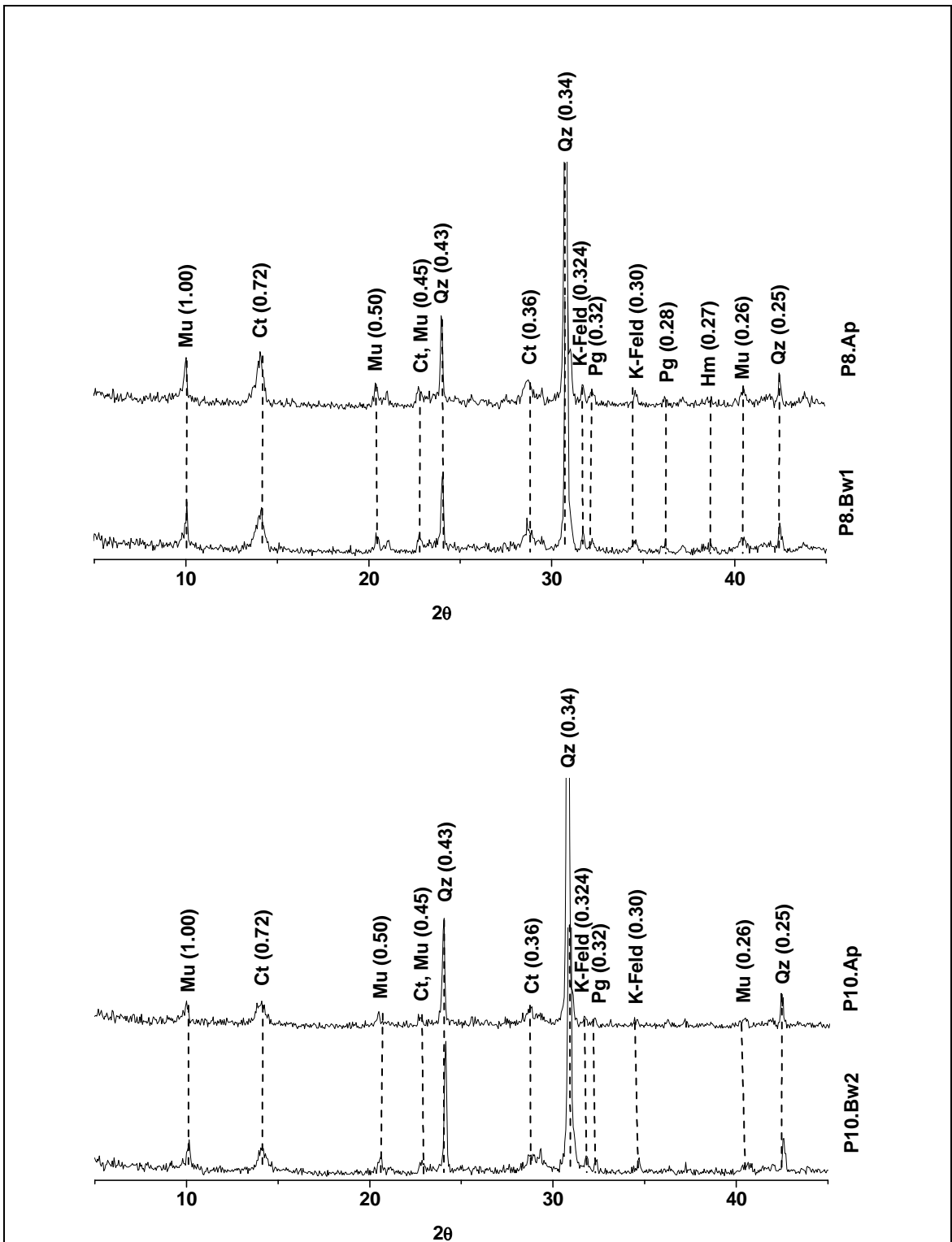


Figura 15. DRX representativos da fração silte dos LV (P8 e P10). Qz: quartzo; Mu: muscovita; Ct: caulinita; Pg: plagioclásio; K-Feld: feldspato potássico; Hm: hematita.

A ocorrência de K-feldspatos ( $d = 0,324$  e  $0,30$  nm) e plagioclásio ( $d = 0,32$  e  $0,28$  nm) foi apenas de traços, evidenciando a maior capacidade de alteração desses minerais, em comparação com a mica dioctaedral (muscovita) e quartzo. Neste caso, a maior alteração dos feldspatos, que pode ser direta para gibbsita, também contribui para justificar a coexistência deste óxido de Al com a ilita.

De acordo com as observações realizadas nos DRX, a mineralogia da fração silte reflete a litologia presente (sericita e arcózio). A maior similaridade dos DRX para esta fração nos Latossolos, principalmente os LV, revelam a maior homogeneidade frente à alteração pedogenética ao longo do perfil.

Na fração areia, foi detectado quase que exclusivamente o quartzo ( $d = 0,43$ ,  $0,34$  e  $0,25$  nm), confirmando a pobreza das fontes de reserva de nutrientes nas frações grosseiras dos solos estudados (Figuras 16, 17 e 18). Foram detectados também alguns traços de K-feldspato e muscovita, com espaçamento em  $0,66$  e  $0,26$  nm, respectivamente. Mesmo ocorrendo em quantidades-traço, os minerais micáceos podem contribuir com o K total dos solos e na disponibilidade deste nutriente para as plantas (MELO, 1998).

Nos LV (Figura 18), os picos em  $0,36$  (102),  $0,27$  (104) e  $0,252$  (110) nm confirmam a presença de hematita (nódulos e/ou concreções) na fração areia (perfis P8 e P10). Os picos em  $0,41$  e  $0,252$  nm, confirmam a presença de magnetita, mineral responsável pela atração magnética apresentada pelos nódulos e/ou concreções de Fe constituintes da fração areia, tanto no horizonte A quanto no Bw. Em trabalho com solos magnéticos de diferentes materiais de origem, FONTES et al. (2000) apontaram que as propriedades magnéticas dos solos minerais dependem essencialmente da presença de Fe, sendo, em geral, solos com altos teores de  $Fe_2O_3$  na fração argila, possuidores de elevado magnetismo. A maior constatação de magnetismo e de teores de  $Fe_2O_3$  pelo ataque sulfúrico no perfil P10 em relação ao perfil P8 acompanha tal afirmação. Na fração argila destes solos, os testes com ímã de mão constataram uma magnetização muito fraca. Neste caso, a constatação de magnetização mais alta somente na fração areia mostra claramente que o comportamento magnético concentra-se em minerais presentes nesta fração, como a magnetita, que pode alterar-se diretamente para minerais antiferromagnéticos, provavelmente hematita (FONTES et al., 2000). Esta idéia parece aplicável aos LV magnéticos deste trabalho, pela não detecção de magnetita nos resultados de DRX da fração argila.

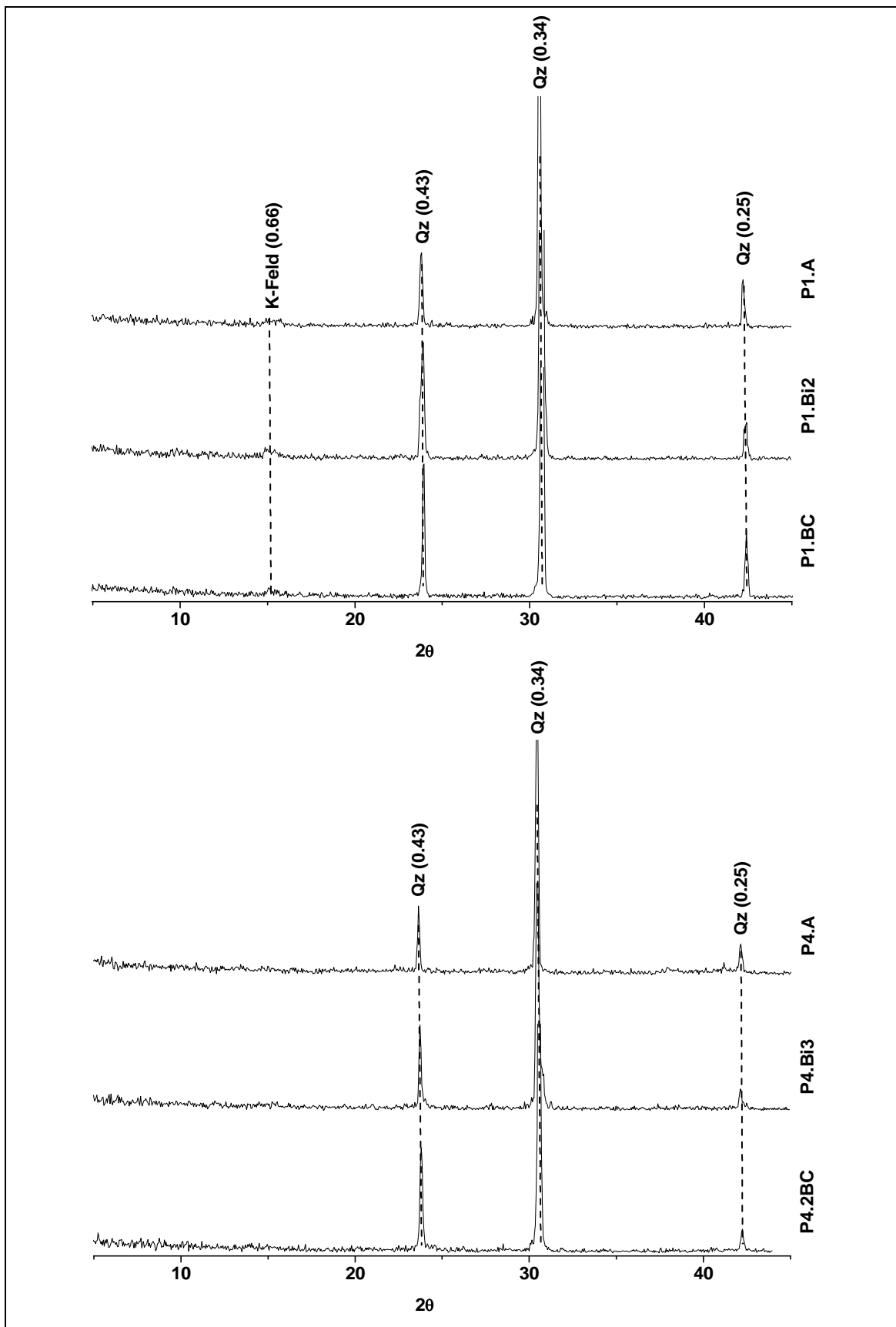


Figura 16. DRX representativos da fração areia dos Cambissolos Háplicas (P1 e P4). Qz: quartzo; K-Feld: feldspato potássico.

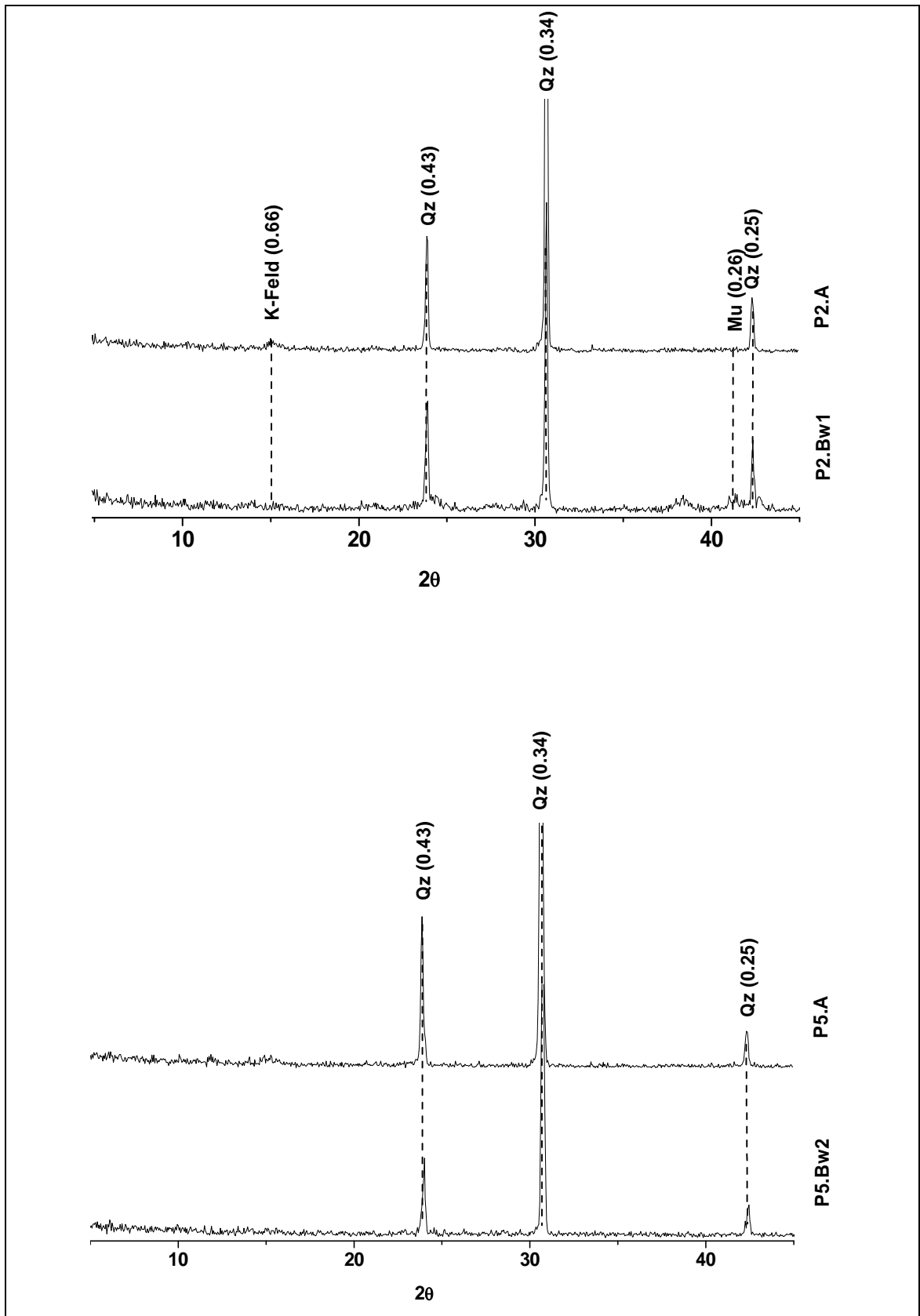


Figura 17. DRX representativos da fração areia dos LVA (P2 e P5). Qz: quartzo; K-Feld: feldspato potássico; Mu: muscovita.



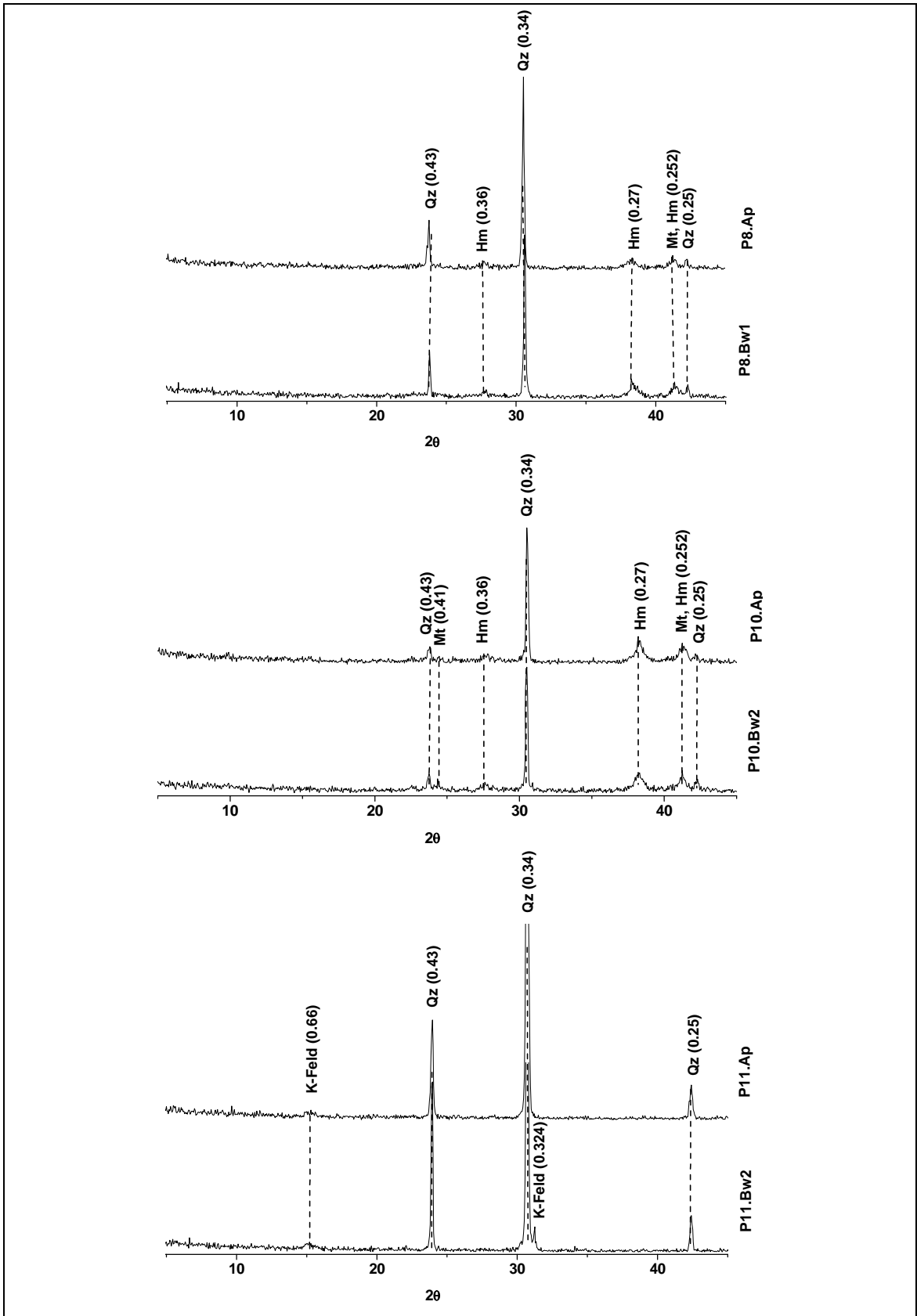


Figura 18. DRX da fração areia dos Latossolos Vermelhos. Qtz: quartzo; K-Feld: feldspato potássico; Hm: hematita; Mt: magnetita.

Algumas amostras de nódulos e/ou concreções de Fe (magnéticos e não-magnéticos) do tamanho de areia e cascalho coletadas na superfície de Latossolos Vermelhos da Faz. Cachoeira são ilustradas nas figuras 19 e 20. Resultados do ditionito-citrato-bicarbonato (DCB) e oxalato ácido obtidos por extrações destes nódulos e/ou concreções revelam predomínio das formas cristalinas de Fe somente nos materiais não magnéticos, cuja relação  $Fe_o/Fe_d$  foi de 0,01 (Quadro 6). De acordo com SCHAEFER et al. (2008), resultados desta relação menores que 0,03 encontrados em Latossolos foram suficientes para indicar o predomínio de formas cristalinas dos óxidos de Fe.



Figura 19. Atração magnética dos nódulos e/ou concreções ferruginosas pelo imã de mão (perfil P10).

Quadro 6: Teores de Fe obtidos em nódulos e/ou concreções ferruginosas por extrações sucessivas de ditionito-citrato-bicarbonato (DCB) e extração única de oxalato de amônio

Amostra	DCB ( $Fe_2O_3$ ) $\Sigma^{1/}$ -----dag kg <sup>-1</sup> -----		$\frac{Fe_o}{Fe_d}$
	P8 – Latossolo Vermelho Distrófico típico		
M <sup>2/</sup>	45,71	23,05	0,50
NM <sup>3/</sup>	40,35	0,43	0,01
	P10 – Latossolo Vermelho Distroférico típico		
M <sup>2/</sup>	44,52	28,14	0,63
NM <sup>3/</sup>	38,39	0,41	0,01
	Extra – Latossolo Vermelho Distrófico típico		
M <sup>2/</sup>	33,23	18,24	0,55

<sup>1/</sup> Somatório de seis extrações; <sup>2/</sup> M: magnéticos; <sup>3/</sup> NM: não-magnéticos.

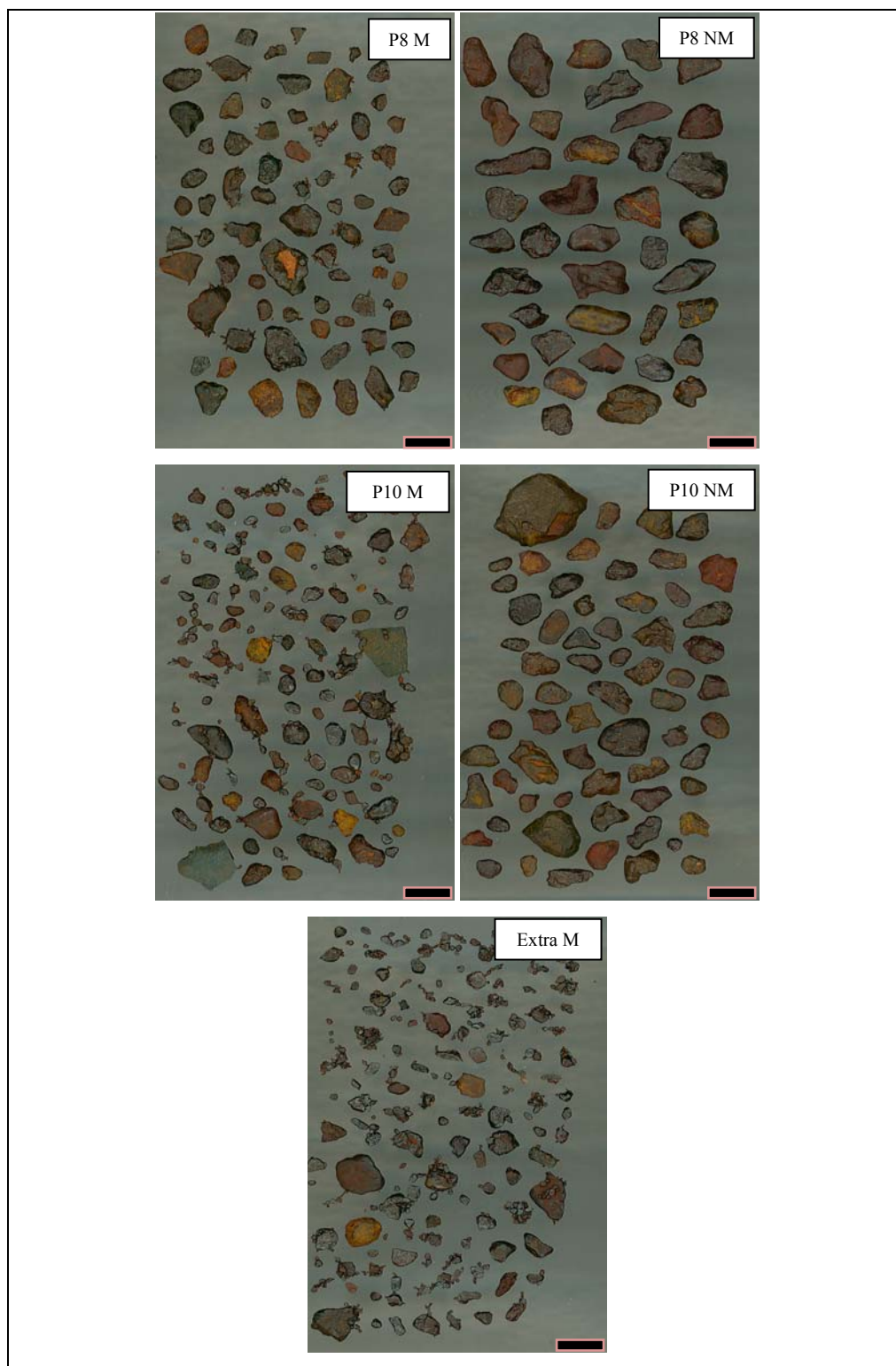


Figura 20. Amostras de nódulos e/ou concreções magnéticas e não-magnéticas do tamanho de areia e cascalho coletados em horizonte A de LV da Faz. Cachoeira e separados com imã de mão. P8 M: perfil P8 magnético; P8 NM: perfil P8 não-magnético; P10 M: perfil P10 magnético; P10 NM: perfil P10 não-magnético; Extra M: magnética. Barra escura = 2 mm.

KOSTKA e LUTHER (1994) e REYES e TORRENT (1997) apontam que o  $\text{Fe}^{2+}$  da magnetita cataliza a reação do oxalato que é capaz de dissolver muito facilmente a própria magnetita como também parte dos outros óxidos de Fe cristalinos (Hm, Gt,...) que na ausência do  $\text{Fe}^{2+}$  dissolveriam muito pouco. Neste caso, a presença de magnetita pode contribuir para explicar a diferença da relação  $\text{Fe}_o/\text{Fe}_d$  entre concreções magnéticas e não-magnéticas, em torno de 0,56 e 0,01, respectivamente.

Pela litologia da Formação Três Marias ser constituída por arcósios finos, ardósias, siltitos micáceos, e lentes de calcário argiloso (CPRM, 1984), considerada não-magnética, não era esperada a presença de minerais magnéticos no solo. Apesar disso, alguns perfis descritos por EMBRAPA (1983), relacionados a uma variedade de classes de solos de ocorrência no Grupo Bambuí, dentre elas o Latossolo Vermelho-Escuro e a Terra Roxa Estrutura Similar (Nitossolo), contemplam a presença de magnetita na fração areia, relacionada em algumas descrições, à constituição de nódulos magnetíticos e hematíticos.

Neste caso, parece sugestiva que a presença de magnetita esteja relacionada à contribuição de materiais provenientes das bordas do Grupo Bambuí, provavelmente do embasamento Arqueano (Supergrupo Belo Horizonte) ou até mesmo do Proterozóico (Grupo Espinhaço) (VIANA, 2005), sendo estes capazes de interferir na determinação mineralógica e nos maiores teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  encontrados pela digestão total e sulfúrica, principalmente para o perfil P10. Teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  em torno de 5 dag  $\text{kg}^{-1}$  encontrados em ardósias localizadas em áreas próximas à do presente estudo, obtidos a partir de digestão em  $\text{HNO}_3$  e constados em CPRM (2008), são menores que a média dos teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (digestão total e sulfúrica) encontrados para todos os solos estudados, sobretudo os LV. Teores de Fe na forma de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (2,30 dag  $\text{kg}^{-1}$ ) e FeO (4,35 dag  $\text{kg}^{-1}$ ) constatados por CHIODI FILHO et al. (2003) a partir de digestão total de ardósias próximas ao município de Curvelo também são inferiores aos teores de Fe total dos solos estudados, o que reforça a hipótese de sedimentação a partir do desmonte de superfícies mais elevadas do entorno do Grupo Bambuí.

No entanto, um processo de concentração relativa em relação ao material de origem e retenção de materiais mais ricos em Fe, com eventuais transformações pedogenéticas destes precursores ferruginosos do solo a partir de queimadas da vegetação nativa foi apontado por VIANA (2005) como sendo uma outra hipótese para presença de maiores teores de Fe e magnetita em Latossolos Vermelhos do Bambuí.

Estudos recentes conduzidos por VIANA et al. (2006) em área experimental da EMBRAPA/CNPMS, localizada no Grupo Bambuí, apontaram ocorrência de nódulos de hematita-magnetita na fração areia dos horizontes A e Bw, e ausência completa de material magnético no horizonte C, saprolito, e material de origem. Neste caso, as explicações envolvem a formação pedogenética desses nódulos *in situ* a partir de fontes abundantes de ferro, em um ambiente quimicamente redutor e em altas temperaturas (fogo), uma vez que as reações de redução do ferro na superfície do solo podem ocorrer em temperaturas de 250° a 700° C, onde o  $Fe_2O_3$  é sucessivamente reduzido a  $Fe_3O_4$ ,  $FeO$ , e  $Fe$  metálico (BRAY, 1929, citado por VIANA et al., 2006). Os autores propuseram, a partir de simulação em laboratório, que a magnetita presente nos nódulos ricos em hematita se formou na superfície do solo pela influência dos regimes sazonais de queima da cobertura vegetal no domínio do Cerrado (ambiente anóxico e quente em torno dos nódulos), seguindo por uma re-conversão de partículas de magnetita para hematita à medida que houvesse o retorno da condição oxidante. Neste caso, a presença dos nódulos no Bw foi atribuída à atividade de biopedoturbação em longo prazo, assim como sugerido por SCHAEFER (2001) para a pedogênese de Latossolos.

#### **4.5. Classificação e mapeamento de solos**

A classificação e composição das unidades de mapeamento de solos das Fazendas Olhos d'Água e Cachoeira encontram-se nos quadros 7 e 8, respectivamente. Para a Fazenda Olhos d'Água, as unidades de mapeamento de solos foram: 20 % de Cambissolo Háptico Tb Distrófico (CXbd), 31 % de Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (LVAd), e 3 % de Latossolo Vermelho Distrófico (LVd), representando 54 % do total da área desta fazenda (Figura 21). As áreas restantes (46 %) representam Áreas de Preservação Permanente e Reserva Florestal Legal.

Para a Fazenda Cachoeira, as unidades de mapeamento de solos foram: 18 % de Cambissolo Háptico Tb Distrófico (CXbd), 14 % de Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (LVAd), 26 % de Latossolo Vermelho Distrófico (LVd), e 5 % de Latossolo Vermelho Distroférico (LVdf), representando 63 % do total da área desta fazenda (Figura 22). As áreas restantes (37 %) representam Áreas de Preservação Permanente e Reserva Florestal Legal. A maior presença de solos Vermelhos indica que esta fazenda provavelmente recebeu maior aporte de materiais ricos em ferro da borda do Bambuí. No entanto, não é descartada a possibilidade de haver uma maior concentração relativa

desses materiais ricos em ferro em relação ao material de origem, conforme discutido anteriormente.

Quadro 7. Classificação e composição das unidades de mapeamento de solos da Fazenda Olhos d'Água

Unidade de Mapeamento	Classificação	Área (%)
CXbd1	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilo-siltosa A moderado fase endopedregosa campo cerrado relevo suave ondulado a ondulado	1
CXbd2	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilo-siltosa A moderado campo cerrado relevo suave ondulado	19
LVA d1	Assoc. de: LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico cambissólico textura argilosa A moderado fase endopedregosa cerrado relevo suave ondulado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico textura muito argilosa A moderado cerrado relevo plano a suave ondulado	13
LVA d2	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico textura muito argilosa A moderado fase endopedregosa cerrado relevo plano a suave ondulado	7
LVA d3	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico textura muito argilosa A moderado cerrado relevo plano a suave ondulado	11
LVD1	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico textura muito argilosa A moderado cerrado relevo plano	3

Quadro 8. Classificação e composição das unidades de mapeamento de solos da Fazenda Cachoeira

Unidade de Mapeamento	Classificação	Área (%)
CXbd1	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico textura franco-argilo-siltosa A moderado fase endopedregosa campo cerrado relevo ondulado	18
LVA d1	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico textura muito argilosa A moderado cerrado relevo plano a suave ondulado	14
LVD1	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico textura muito argilosa A moderado cerrado relevo plano	26
LVdf1	LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico textura muito argilosa A moderado cerrado relevo plano	5

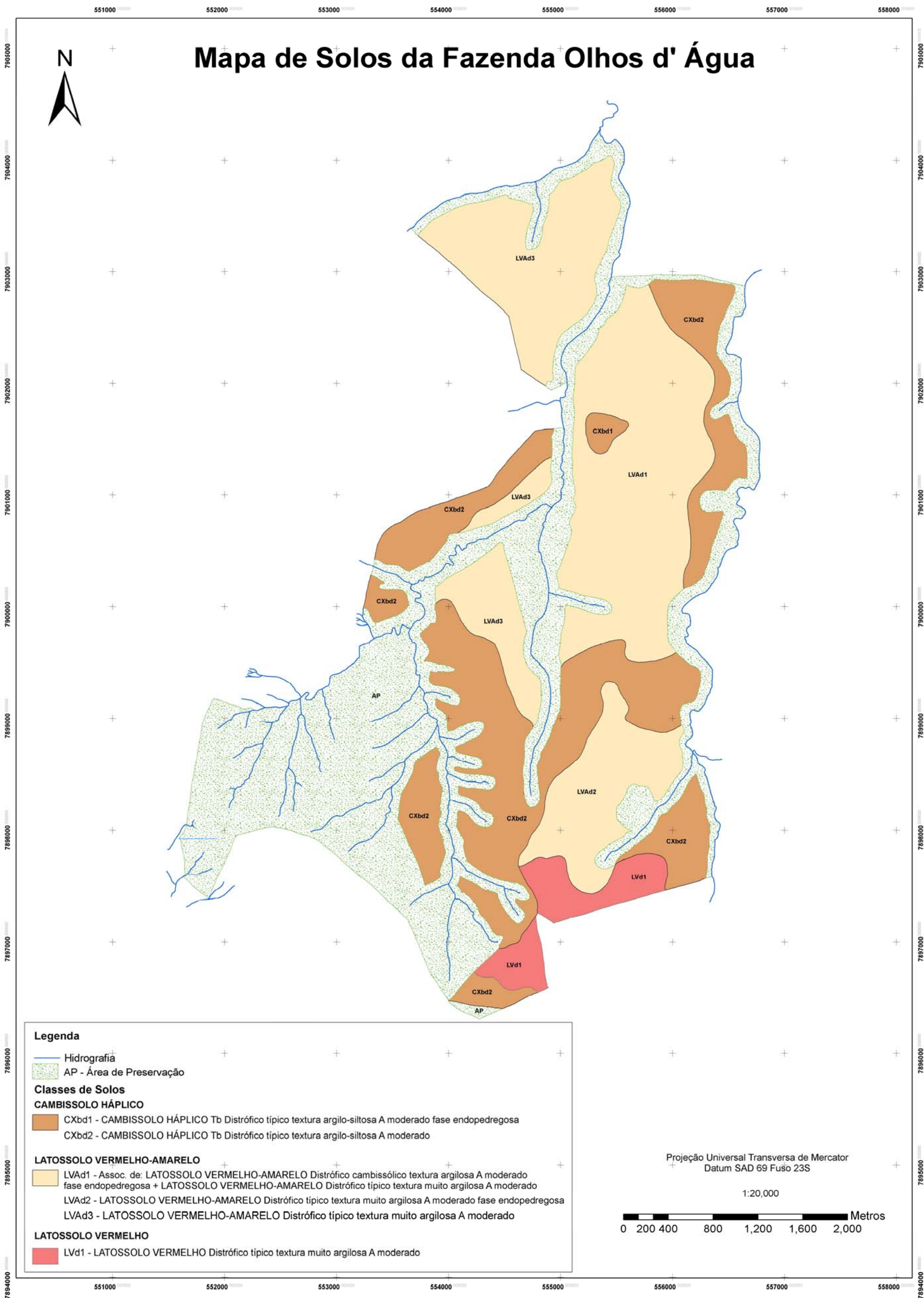


Figura 21. Mapa de solos da Fazenda Olhos d' Água, localizada no município de Curvelo, MG.

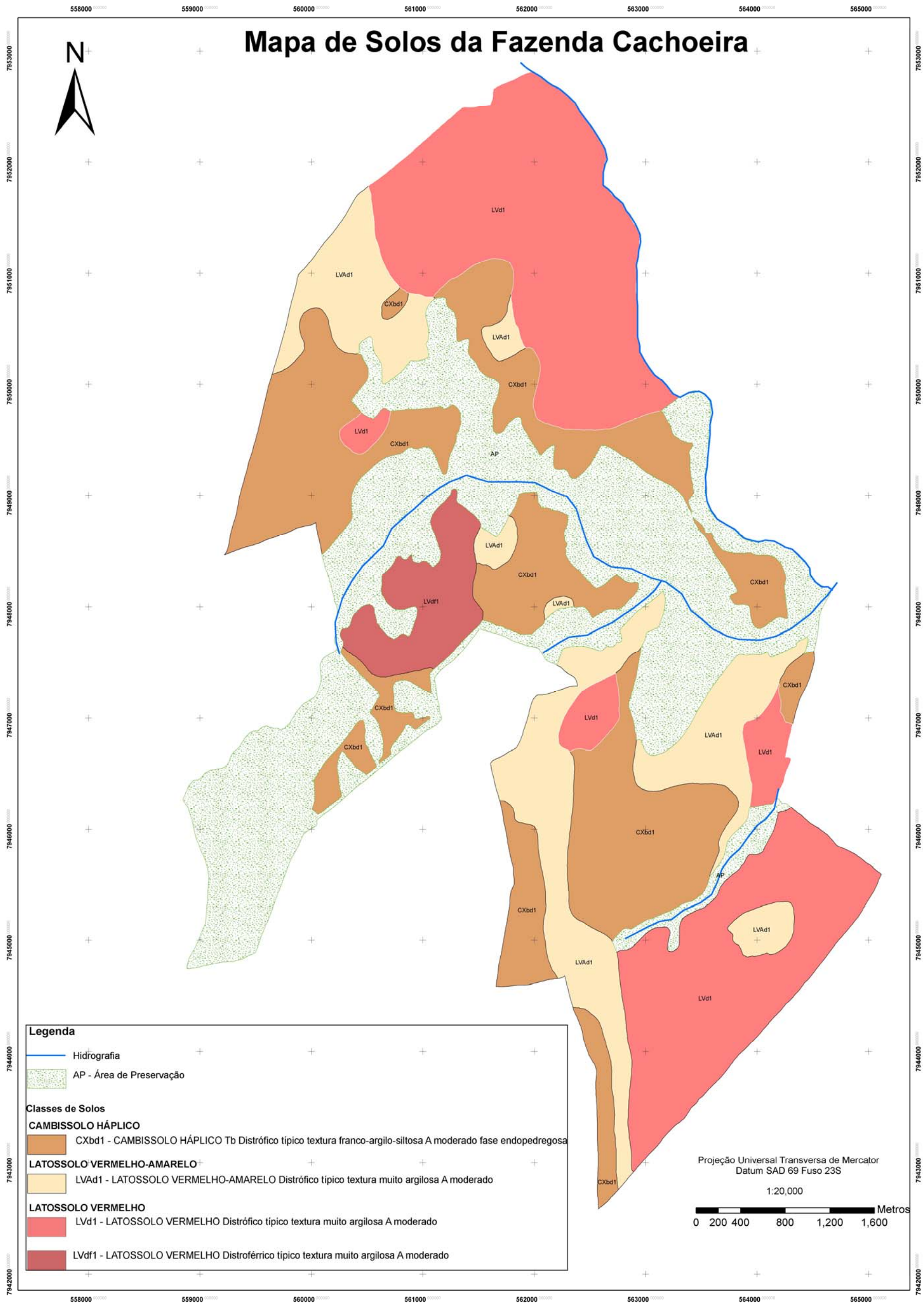


Figura 22. Mapa de solos da Fazenda Cachoeira, localizada no município de Curvelo, MG.



De acordo com o mapa de solos compilado para o Estado de Minas Gerais (escala 1:1.000.000), AMARAL (1993) constatou a ocorrência de 17,7 % para a classe dos Cambissolos Háplicos e 47 % para a classe dos Latossolos, sendo 25,2 % de Latossolos Vermelho-Amarelos, 17,9 % de Latossolos Vermelhos, e 2,6 % de Latossolos Vermelhos Distroféricos. Utilizando também mapas de solos compilados para o referido Estado (escala 1:600.000), CETEC (2008) constatou a ocorrência de 12,5 % para a classe dos Cambissolos Háplicos, de 35 % para a classe dos Latossolos Vermelho-Amarelos, 18,4 % para os Latossolos Vermelhos, e 2 % para os Latossolos Vermelhos Distroféricos.

A partir de sobreposição do mapa de solos do CETEC (2008) com os limites das fazendas trabalhadas, constatou-se para a Fazenda Olhos d'Água as seguintes unidades de mapeamento: CXbd21 (67 %); LVAd1 (28 %); e LVAd10 (5 %) (Figura 23). Para a Fazenda Cachoeira, as porcentagens das unidades de mapeamento foram: CXbd13 (13 %); CXbd21 (29 %); e LVAd1 (59 %) (Figura 24).

Pela comparação entre os mapeamentos realizados neste trabalho com os recortes dos mapas de solos realizados por CETEC (2008), torna-se perceptível a diferenciação em relação à ocorrência e extensão das unidades de mapeamento, além de diferenças entre tipos de horizonte A, textura, pedregosidade e constatação de caráter álico. Pelos recortes realizados, não foi constatada nenhuma mancha de Latossolo Vermelho. Trata-se de uma classe muito importante para a cultura do eucalipto, principalmente por estar inserida em um ambiente cuja abrangência dos CXbd é grande, o que justifica a necessidade de mapeamentos mais detalhados visando o melhor planejamento das áreas e a obtenção de informações de caráter científico mais valiosas. Um exemplo está relacionado à área na qual foi mapeado o Latossolo Vermelho Distroférico (LVdf1), discutida anteriormente, que no mapa do CETEC (2008) representa o CXbd textura argilo-siltosa, o que comprova o caráter generalista dos mapeamentos em escalas menores. Estes, ainda que úteis, foram produzidos com o propósito de fornecer informações apenas qualitativas a respeito do recurso de solos do Estado de Minas Gerais. Daí a necessidade de informações mais detalhadas visando o planejamento de culturas e o manejo das áreas.

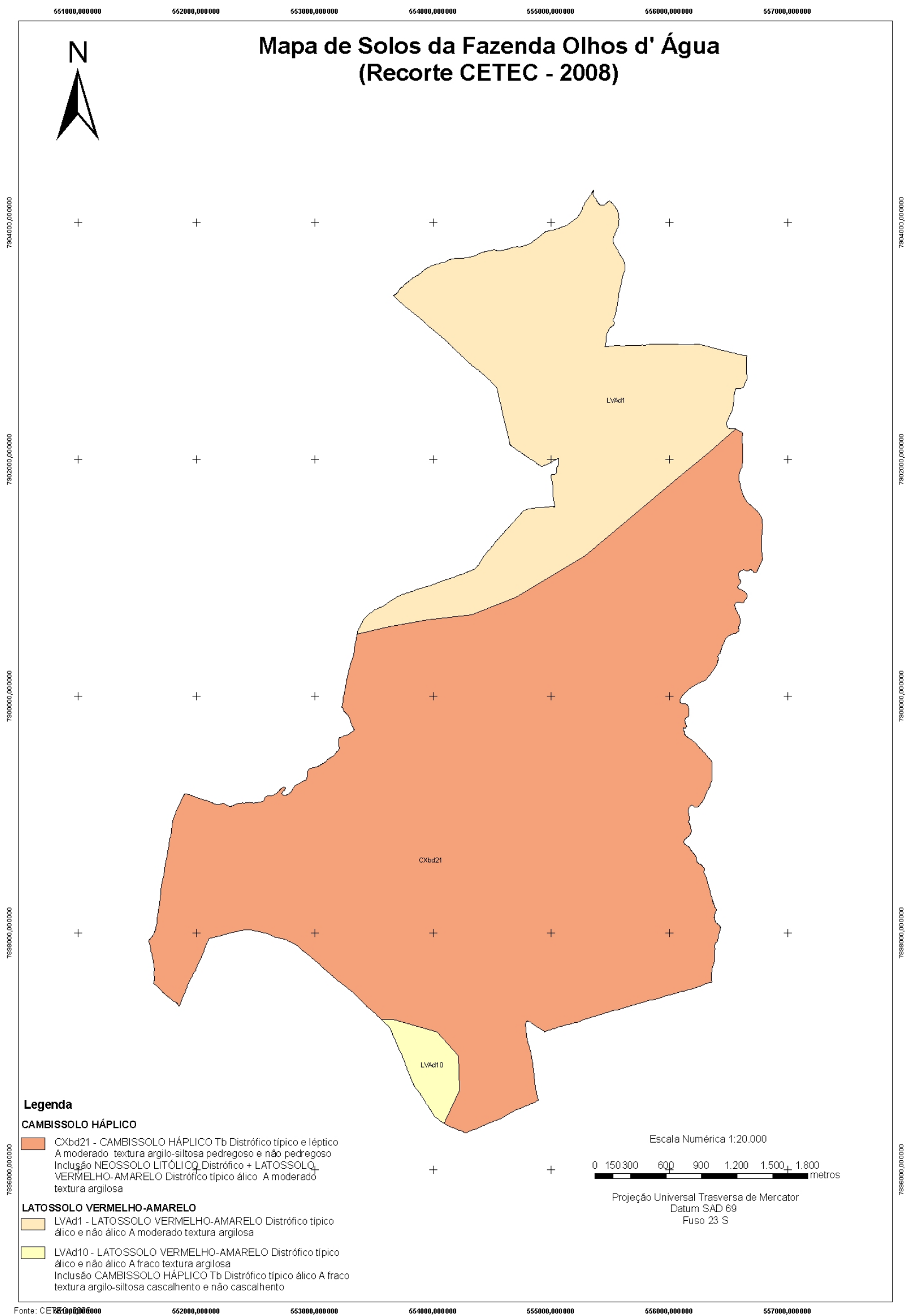


Figura 23. Mapa de solos da Fazenda Olhos d' Água obtido a partir do recorte do mapa de solos do Estado de Minas Gerais realizado por CETEC (2008).

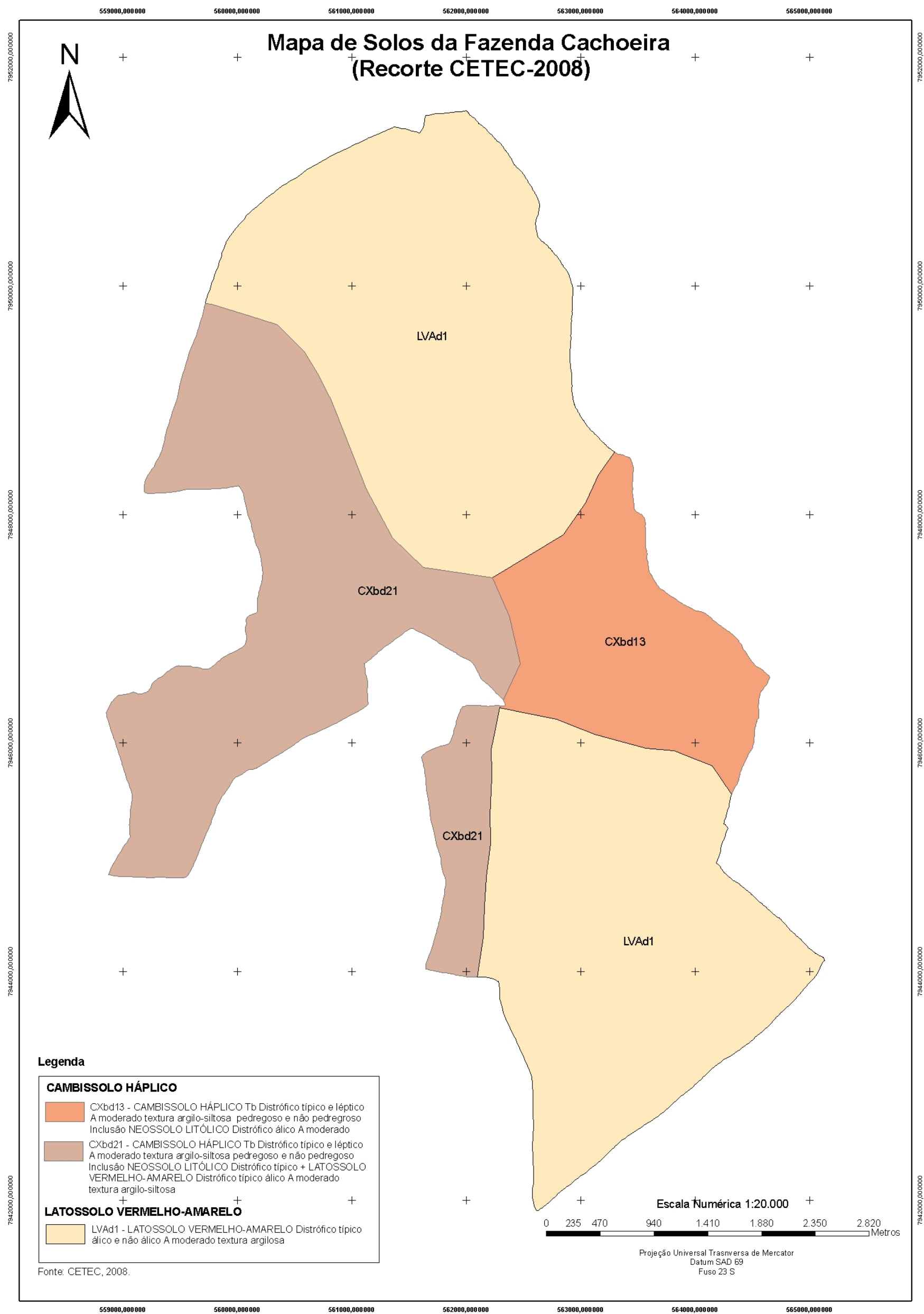


Figura 24. Mapa de solos da Fazenda Cachoeira obtido a partir do recorte do mapa de solos do Estado de Minas Gerais realizado por CETEC (2008).

## 5. CONCLUSÕES

Os Cambissolos Háplicos (CX) das Fazendas Olhos d'Água e Cachoeira apresentaram teores médios de silte de 40 e 54 %, respectivamente, com textura variando de argilo-siltosa a franco-argilo-siltosa. São ácidos, distróficos e álicos. Podem apresentar linhas de pedra em diferentes profundidades e estão normalmente associados a topografias mais declivosas.

Algumas características observadas nos CX, como direção horizontalizada do material de origem, elevados teores de silte, pequena profundidade efetiva, consistência dura ou muito dura quando secos, selamento superficial, e propensão à erosão laminar, indicam que as áreas de domínio destes solos referem-se a sítios florestais de pior qualidade, comparativamente às áreas de ocorrência dos Latossolos, principalmente aqueles de coloração avermelhada.

A menor capacidade de retenção de água dos Cambissolos Háplicos, associada à baixa condutividade hidráulica, à pouca espessura do *solum* e maior dificuldade de infiltração de água em razão da topografia e do selamento superficial, são indicativos de menor capacidade de recarga hídrica nas áreas onde ocorrem (CX), sendo também determinantes para a pior qualidade dos sítios florestais nas áreas onde ocorrem.

Os resultados de  $K_i$ , em torno de 2,0, para os CX indicam menor desenvolvimento pedogenético e maior proporção de caulinita e ilita na fração argila, comparativamente aos Latossolos. Nesta fração, foram constatadas também gibbsita e vermiculita com Al-hidróxi entrecamadas. A fração silte revelou a presença

principalmente de quartzo, mica, e pseudomorfos de caulinita. A fração areia é constituída basicamente quartzo, o que confirma a baixa reserva de nutrientes nas frações grosseiras.

Todos Latossolos (LVA e LV) são ácidos, distróficos, na maioria álicos, e de textura muito argilosa ou argilosa. Apresentam estrutura do tipo blocos e consistência variando de ligeiramente dura (LV) a dura (principalmente nos LVA) quando secos. Os LV apresentaram menores teores de silte do que os LVA, 23 e 31%, respectivamente, indicando maior intemperização (LV), ainda que os resultados de Ki sejam semelhantes entre estas duas subordens. São profundos, podendo apresentar linha de pedra, em geral, abaixo de 150 cm.

Na fração argila dos Latossolos foram constatadas caulinita, illita, gibbsita, e VHE. A presença de gibbsita parece ser maior do que a constatada na fração argila dos CX, a inferir-se pelos resultados do Ki, em torno de 1,4. A fração silte revelou a presença principalmente de quartzo e mica. Na fração areia, basicamente quartzo.

Ainda que não existam diferenciações químicas e físicas marcantes entre os Latossolos, constatou-se nos perfis P8 e P10, ambos LV, magnetização considerável na fração areia, cuja difratometria de raios-X confirmou a presença de magnetita. Diferentemente de todos os LV do presente estudo, o P10 se destacou pelo elevado teor de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ( $22 \text{ dag kg}^{-1}$ ) para os horizontes A e Bw.

Os baixos teores de CaO, MnO, MgO e, principalmente  $\text{P}_2\text{O}_5$ , obtidos pela digestão total, revelaram a baixa capacidade de reserva destes nutrientes em todos os solos estudados. Os teores de  $\text{K}_2\text{O}$  total foram maiores nos CX, intermediários nos LVA e menores nos LV.

Apesar da ocorrência de gibbsita e drenagem desimpedida, nenhum dos solos apresentou estrutura granular do tipo “pó-de-café”.

As características morfológicas e físicas dos Latossolos estudados, tais como: maior profundidade efetiva, consistência seca variando de ligeiramente dura (LV) a dura (principalmente nos LVA), melhor porosidade e drenagem interna, e relevo plano a suave ondulado, indicam sítios florestais de melhor qualidade, sendo mais produtivos que aqueles das áreas dos Cambissolos.

A compactação sempre constatada entre 30 e 50 cm de profundidade, a pobreza química tanto na superfície como em subsuperfície dos Latossolos, mais expressiva nos LVA, indicam que a subsolagem com adubação em profundidade  $\geq 60$  cm é uma prática

realmente necessária visando melhorar a exploração de um maior volume de solos pelo eucalipto e aumento na produtividade. Estas práticas também devem ser testadas nos CX, quando a pedregosidade subsuperficial permitir, com o objetivo de aumento da produtividade no contexto de um custo/benefício favorável.

Na Fazenda Olhos d'Água, a distribuição das unidades de mapeamento de solos foi: 20 % de Cambissolo Háplico Tb Distrófico, 3 % de Latossolo Vermelho Distrófico, e 31 % de Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, representando 54 % do total da área desta fazenda. O restante, 46 %, refere-se a Áreas de Preservação Permanente e Reserva Florestal Legal.

Na Fazenda Cachoeira, a distribuição das unidades de mapeamento de solos foi: 18 % de Cambissolo Háplico Tb Distrófico, 26 % de Latossolo Vermelho Distrófico, 5 % de Latossolo Vermelho Distroférico, e 14 % de Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, representando 63 % do total da área desta fazenda. O restante, 37 %, refere-se a Áreas de Preservação Permanente e Reserva Florestal Legal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHÁ PANOSO, L. et al. **Levantamento de reconhecimento detalhado dos solos da área sob a influência do reservatório de Três Marias.** Belo Horizonte, MG: EPAMIG, 1978, 236 p. (Boletim Técnico SNLCS, 57).
- ALMEIDA, J.R. **Cronocromossequência de solos originários de rochas pelíticas do Grupo Bambuí.** Viçosa, MG: UFV, 1979. 150 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, 1979.
- ALVES, M.C.; CABEDA, M.S.V. Infiltração de água em um Podzólico Vermelho-Escuro sob dois métodos de preparo, usando chuva simulada com duas intensidades. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 753-761, 1999.
- AMARAL, E. Levantamento do mapa de solos da bacia de irrigação do Açude Público Santo Antônio de Ruças (município de Ruças, Estado do Ceará). **Revista Brasileira de Geografia**, 1946, v. 8, n. 3, p. 351-366.
- AMARAL, F.C.S. **Aptidão Agrícola das Terras do Estado de Minas Gerais: Avaliação e Adequação.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1993. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo.
- ARSHAD, M.A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. **Physical tests for monitoring soil quality.** In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. (eds.). Methods for assessing soil quality. Soil Science Society of America, Inc. Madison, WI. 1996. 410 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS –  
ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF**: ano base 2006. Brasília, 2007. 80 p.

BAHIA FILHO, A.F.C. **Índices de disponibilidade de fósforo em Latossolo do planalto central com diferentes características texturais e mineralógicas**. Viçosa, MG: UFV, 1982. 179 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Viçosa, 1982.

BARNES, C.P. Interpretive soil classification: relation to purpose. **Soil Science**, 1949, v. 67, p. 127–129.

BARNHISEL, R.I.; BERTSCH, P.M. **Chlorites and hydroxy-interlayered vermiculite and smectita**. In: DIXON, J.B.; WEED, S.B. (Eds.). *Minerals in soil environments*. 2<sup>a</sup> ed. Madison: Soil Science Society of America, 1989. p. 729 – 788.

BASHER, R. Is pedology dead and buried? **Australian Journal of Soil Research**, 1997, v. 35, n. 5, p. 979-994.

BATES, T.F. Halloysite and gibbsite formation in Hawaii. **Clays Clay Miner.**, v. 9, p. 315 – 328, 1962.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SD23 Brasília. Rio de Janeiro, 1982. 660 p.

BRAUN, O.P.G. Contribuição à geologia do Grupo Bambuí. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 22, 1968, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, 1968. p. 155-166.

BUOL, S.W.; HOLE, F.D.; McCracken, R.J.; Southard, R.J. **Soil genesis and classification**. 4<sup>a</sup> ed. Iowa State University Press / Ames, 1997. 527 p.

BURGER, J.A.; JOHNSON, J.E.; ANDREWS, J.A.; TORBERT, J.L. Measuring mine soil productivity of forests. **Land Reclamation and Mine Drainage Conference**, v. 3. Reclamation and Revegetation. USDOI Bureau of Mines Spec. Publ. SP 06C. 1994.

CASTRO, A.F. Levantamento de solos: base para uma agricultura moderna. Belo Horizonte: Epamig. **Informe Agropecuário**, v. 9, n. 105, p. 90-91, 1983.



CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. **Mapa de solos do Estado de Minas Gerais**. Convênio CETEC/FEAM/UFV – Dep. de Solos. 2008. (<http://cetec.gov.mg.br>).

CHAGAS, C.S. **Mapeamento digital de solos por correlação ambiental e redes neurais em uma bacia hidrográfica no Domínio de Mar de Morros**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 223 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.

CHIODI FILHO, C.; RODRIGUES, E.P.; ARTUR, A.C. Ardósias de Minas Gerais, Brasil: características geológicas, petrográficas e químicas. **Geociências**, v. 22, n. 2, p. 119 - 127, 2003.

CLINE, M.G. Basic principles of soil classification. **Soil Science**, 1949, v. 67, p. 81-91.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. **Geobank**, 2008. (<http://geobank.sa.cprm.gov.br/>, acessado em 01/07/2008).

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. Superintendência Regional de Belo Horizonte. Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais. **Folha SE.23 - Z.A - Curvelo**. Belo Horizonte: DNPM/CPRM, 1984, 45 p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo**. CESARINI, D.C.P. et al. São Paulo:CETESB, 2005. 73 p.

CURI N. **Lithosequence and Toposequence of Oxisols from Goiás and Minas Gerais States, Brazil**. PhD thesis, Indiana: Purdue University, USA, 1983.

CURI, N.; FRANZMEIER, D.P. Toposequence of oxisols from central plateau of Brazil. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 48, p. 341 – 346, 1984.

DENT, D.; YOUNG, A. **Soil survey and land evaluation**. London: George Allen & Unwin Publishers, 1981, 278 p.

DIXON, J.B. **Kaolin and serpentine group minerals**. In: DIXON, J.B.; WEED, S.B. (Eds.). **Minerals in soil environments**. 2<sup>a</sup> ed. Madison: Soil Science Society of America, 1989. p. 467 – 526.

- DOMINGUEZ, J.M.L. As coberturas do cráton do São Francisco: uma abordagem do ponto de vista da análise de bacias. In: DOMINGUEZ, J.M.L.; Misi, A. (eds). O cráton do São Francisco. Simpósio Sobre o Cráton do São Francisco, 2, Salvador, 1993. **Anais...**Salvador, SBG/SGM/CNPq. p. 137 – 159.
- DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. **Defining and assessing soil quality**. In: DORAN, J.W. et al. (Eds.). Defining soil quality for a sustainable environment. Soil Science Society of America, Inc. 35. Madison, WI. 1994.
- DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. **Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set**. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. (eds.). Methods for assessing soil quality. Soil Science Society of America, Inc. Madison, WI. 1996. 410 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. / Santos, H.G. et al.. Brasília: Embrapa – SPI, 1995. 116 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ª Ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2º ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. SNLCS/CNPS. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras da margem direita do rio Paranã – Estado de Goiás**. Rio de Janeiro, RJ: SNLCS, 1983. 503 p. (Boletim de Pesquisa, 23).
- ENVIROMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE – ESRI. **ArcGIS 9.2**. Redlands: 2007 (Formato digital).
- EPA 3052. **Microwave assisted acid digestion of siliceous and organically based matrices**. Washington, USA: Revision, December, 1996.
- ERNANI, P.R.; ALMEIDA, J.A.; SANTOS, F.C. **Potássio**. In: NOVAIS, R.F. et al. (Eds.). Fertilidade do Solo. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, 1017 p.

- FANNING, D.S. et al. **Micas**. In: DIXON, J.B.; WEED, S.B. (Eds.). Minerals in soil environments. 2<sup>a</sup> ed. Madison: Soil Science Society of America, 1989. p. 551 – 634.
- FONTES, M.P.F.; WEED, S.B. Phosphate adsorption by clays from Brazilian Oxisols: relationships with specific surface area and mineralogy. **Geoderma**, v. 72, p. 37-51, 1996.
- FONTES, M.P.F.; OLIVEIRA, T.S.; COSTA, L.M.; CAMPOS, A.A.G. Magnetic separation and evaluation of magnetization of Brazilian soils from different parent materials. **Geoderma**, v. 96, p. 81 – 99, 2000.
- GALVÃO, L.S.; FORMAGGIO, A.R. Sensoriamento remoto hiperespectral e geração de informações pedológicas. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 27-31, 2007.
- GARLIPP, R. C. D. Mecanismo estratégico e de novas oportunidades. **Revista Opiniões/Setor de Celulose e Papel**, junho-agosto, p. 19, 2006.
- GIESE Jr., R.F. The influence of hydroxyl orientation, stacking sequence and ionic substitutions on the interlayer bonding of micas. **Clays Clay Miner.**, v. 25, p. 102 – 104, 1977.
- GREY, D.C. Site classification of forestry land. **Southern African Forestry Journal**, v. 138, p. 54-57, 1985.
- GUERRA, A.J.T. **O início do processo erosivo**. In: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S.da; BOTELHO, R.G.M. Erosão e conservação dos solos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 340 p.
- HSU, P.H. **Aluminum oxides and oxyhydroxides**. In: DIXON, J.B.; WEED, S.B. (Eds.). Minerals in soil environments. 2<sup>a</sup> ed. Madison: Soil Science Society of America, 1989. p. 331 – 378.
- INGARAMO, O.E. **Indicadores físicos de La degradación del suelo**. La Coruña. Universidade de Coruña, 2003. 295 p. (Tese de Doutorado).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de pedologia**. 2<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 323 p.

- JACKSON M.L. Clay transformation in soil genesis during the quaternary. **Soil Science**, v. 99, p. 15 – 22, 1964.
- JACKSON, M.L. **Soil chemical analysis** – advanced course. Madison: Prentice-Hall, 1979. 895 p.
- KÄMPF, N.; CURI, N. **Óxidos de ferro**: indicadores de ambientes pedogênicos e geoquímicos. In: NOVAIS, et al. (Eds.). Tópicos em ciência do solo. Vol. 1. Viçosa: SBCS, 2000. 352 p.
- KÄMPF, N.; RESENDE, M.; CURI, N. Iron oxides in Brazilian Oxisols. **Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Soil Classification Workshop**, Rio de Janeiro, Brazil, p. 71 – 77, 1988.
- KÄMPF, N.; SCHWERTMANN, U. Goethite and hematite in a climo-sequence in southern Brazil and their application in classification of kaolinitic soils. **Geoderma**, v. 29, p. 27-39, 1983.
- KER, J.C. **Caracterização química, física, mineralógica e micromorfológica de solos brunos subtropicais**. Viçosa, MG: UFV, 1988. 149 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- KER, J.C. Latossolos do Brasil: uma revisão. **Geonomos**, 1998, v. 5, n. 1, p. 17-40.
- KER, J.C. **Mineralogia, sorção e dessorção de fosfato, magnetização e elementos traços de Latossolos do Brasil**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 181 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- KER, J.C. Reflexões sobre levantamentos pedológicos no país. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 2007, v. 32, n. 1, p. 13-17.
- KING, L.C. A geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, 1956, v. 18, n. 2, p. 147-265.
- KORNDÖRFER, H.S.P.; NOLLA, A. **Análise de silício no solo, planta e fertilizante**. Uberlândia: UFU, 2004. 32 p.
- KOSTKA, J.E.; LUTHER, G.W. Partitioning and speciation of solid phase iron in saltmarsh sediments. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 58, n. 7, p. 1701 - 1710, 1994.

- KRAUSKOPF, K.B. **Geochemistry of micronutrients.** In: MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P.M.; LINDSAY, W.L. (Eds.) *Micronutrients in agriculture.* Madison, Soil Science of America, 1972, p. 7 – 40.
- LADO, M.; BEN-HUR, M. Soil mineralogy effects on seal formation, runoff and soil loss. **Applied Clay Science**, 2004, v. 24, p. 209 – 224.
- LARACH, J.O.I. Usos de levantamento de solos. Belo Horizonte: Epamig. **Informe Agropecuário**, v. 9, n. 105, p. 26-33, 1983.
- LINDSAY, W.L. **Chemical Equilibria in Soils.** New York: John Wiley & Sons, Inc., 1979. 449 p.
- LOWERY, B.; ARSHAD, M.A.; LAL, R.; HICKEY, W.J. **Soil water parameters and soil quality.** In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. (Eds.). *Methods for assessing soil quality.* Soil Science Society of America, Inc. Madison, WI. 1996. 410 p.
- MALAVOLTA, E. Potassium status of tropical and sub tropical region soil. In: MUNSON, R.D. (Ed.). **Potassium in agriculture.** Madison: Soil Science Society of America, 1985. P. 163 – 200.
- MARTIN, H.W.; SPARKS, D.L. Kinetics of nonexchangeable potassium release from two costal plain soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 47, p. 885 – 887, 1983.
- MARTIN, H.W.; SPARKS, D.L. On the behavior of nonexchangeable potassium in soils. **Comm. Soil Sci. Plant. Anal.**, v. 16, p. 133 – 162, 1985.
- MCKEAGUE, J.A.; DAY, J.H. Dithionite and oxalate extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soils. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 46, p. 13 – 22, 1966.
- McLAUGHLIN, J.R.; RYDEN, J.C.; SYERS, J.K. Sorption of inorganic phosphate by iron and aluminium containing components. **Soil Science**, 1981, v. 32, p. 365 – 377.
- MEHRA, J.P., JACKSON, M.L. Iron oxides removal from soils and clays by a dithionite-citrate-bicarbonate system buffered with sodium bicarbonate. **Clays Clay Miner.**, v.7, p. 317-327, 1960.

- MELO, V.F. **Potássio e magnésio em minerais de solos e relação entre propriedades da caulinita com formas não-trocáveis destes nutrientes.** Viçosa, MG: UFV, 1998. 205 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- MELO, V.F.; CORRÊA, G.F.; RIBEIRO, A.N.; MASCHIO, P.A. Cinética de liberação de potássio e magnésio pelos minerais da fração areia de solos do Triângulo Mineiro. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 29, p. 533 – 545, 2005.
- MENEZES, A.A. **Produtividade do eucalipto e sua relação com a qualidade e a classe do solo.** Viçosa, MG: UFV, 2005. 98 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- MENEZES, M.D. **Levantamento de solos em sub-bacias hidrográficas como apoio para avaliação do uso da terra e da potencialidade de recarga de aquíferos.** Lavras, MG: UFLA, 2007. 107 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Lavras, 2007.
- MERMUT, A.R.; LUK, S.H.; ROMKENS, M.J.M.; POESEN, J.W.A. Micromorphological and mineralogical components of surface sealing in loess soils from different geographic regions. **Geoderma**, 1995, v. 66, p. 71 – 84.
- MUGGLER, C.C.; BUURMAN, P.; van DOESBURG, J.D.J. Weathering trends and parent material characteristics of polygenetic oxisols from Minas Gerais, Brazil: I. Mineralogy. **Geoderma**, v. 138, p. 39 – 48, 2007.
- NAHON, D.B. **Introduction to the Petrology of Soils and Chemical Weathering.** New York: John Wiley & Sons, Inc., 313 p. 1991.
- NORFLEET, M.L.; DITZLER, C.A.; PUCKETT, W.E.; GROSSMAN, R.B.; SHAW, J.N. Soil quality and its relationship to pedology. **Soil Science**, v. 168, n. 3, p. 149-155, 2003.
- OLIVEIRA, J.B. **Princípios básicos para classificação e sinopse.** In: MONIZ, A.C. (Ed.). Elementos de pedologia. São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 1972. p. 351-362.
- OLIVEIRA, V.A. As implicações da informatização nos levantamentos pedológicos. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 32-36, 2007.
- PAIS, I; JONES JUNIOR, J.B. **The handbook of trace elements.** Boca Raton, St. Lucie Press, 223 p. 1996.

- PAL, D.K.; DESHPANDE, S.B.; DURGE, S.L. Weathering of biotite in some alluvial soils of different agroclimatic zones. **Clay Res.** v. 6, p. 69 – 75, 1997.
- PAL, D.K.; SRIVASTAVA, P.; DURGE, S.L., BHATTACHARYYA, T. Role of weathering of fine-grained micas in potassium management of Indian soils. **Applied Clay Science**, v. 20, p. 39 – 52, 2001.
- POWER, J.F.; SANDOVAL, F.M.; RIES, R.E.; MERRILL, S.D. Effects of topsoil and subsoil thickness on soil water content and crop production on a disturbed soil. **Soil Science Society of America Journal**, v. 45, p. 124-129, 1981.
- POWERS, R.F. et al. Sustaining site productivity in North American forests: problems and prospects. In: GESSEL, S.P.; LACATA, D.S.; WEET-MAN, G.F.; POWERS, R.F. (Eds.). Sustained productivity of forest soils. **Proceeding of the 7<sup>th</sup> North American Forest Soils Conference**. p. 49-79. 1990.
- PROGRAMA NACIONAL DE FLORESTAS – PNF. **Ministério do Meio Ambiente**. Brasília - DF: MMA/SBF/DIFLOR, 2000. 52 p.
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação de aptidão agrícola das terras**. 3<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1995. 65 p.
- REATTO, A. et al. Caracterização mineralógica, potencial de reserva e sustentabilidade agrícola de alguns sítios florestais de eucalipto da região do vale do rio doce (MG). **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 22, p. 255 - 266, 1998.
- REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; BRAIDA, J.A. Qualidade do solo e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Revista Ci. Amb.**, v. 27, p. 29-48, 2003.
- RESENDE, M. **Mineralogy, chemistry, morphology and geomorphology of some soils of the Central Plateau of Brazil**. PhD thesis, Indiana: Purdue University, USA, 237 p. 1876.
- RESENDE, M.; CURI, N.; KER, J.C.; REZENDE, S.B. **Mineralogia de solos brasileiros: interpretação e aplicações**. Lavras: Ed. UFLA, 2005. 192 p.
- RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B.; CORRÊA, G.F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 5<sup>a</sup> ed. rev. Lavras: Editora UFLA, 2007. 322 p.

- RESENDE, M.; REZENDE, S.B. Levantamento de solos: uma estratificação de ambientes. Belo Horizonte: Epamig. **Informe Agropecuário**, v. 9, n. 105, p. 3-25, 1983.
- REYES, I; TORRENT, J. Citrate-Ascorbate as a Highly Selective Extractant for Poorly Crystalline Iron Oxides. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 61, p. 1647 – 1654, 1997.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação**. Viçosa: UFV, 1999. 359 p.
- RICHARDS, L. A. Methods of measuring soil moisture tension. **Soil Sci.**, Baltimore, v.68, p.95-112, 1949.
- RODRIGUES NETTO A. **Influência da mineralogia da fração argila sobre propriedades físico-químicas de solos Brasileiros**. Viçosa, MG: UFV, 1996. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- RUIZ, H.A. Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (site + argila). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 297-300, 2005.
- SANTOS, H.G. Importância e evolução dos levantamentos de solos no Brasil. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 18-20, 2007.
- SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5ª ed. revisada e ampliada. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100 p.
- SAWHNEY, B.L. **Interstratification in layer silicates**. In: DIXON, J.B.; WEED, S.B. (Eds.). *Minerals in soil environments*. 2ª ed. Madison: Soil Science Society of America, 1989. p. 789 – 824.
- SCHAEFER, C.E.G.R. Brazilian latosols and their B horizon microstructure as long-term biotic constructs. **Australian Journal of Soil Research**, 2001, 39, p. 909 – 926.
- SCHAEFER, C.E.G.R.; GILKES, R.J.; FERNANDES, R.B.A. EDS/SEM study on microaggregates of Brazilian Latosols, in relation to P adsorption and clay fraction attributes. **Geoderma**, v. 123, p. 69 - 81, 2004.



- SCHAEFER, C.E.G.R.; FABRIS, J.D.; KER, J.C. Minerals in the clay fraction of Brazilian Latosols (Oxisols): a review. **Clay Minerals**, v. 43, p. 137 – 154, 2008.
- SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; KLAMT, E. **Classificação da aptidão agrícola das terras: um sistema alternativo**. Guaíba: Agrolivros, 2007. 72 p.
- SCHWERTMANN, U.; TAYLOR, R.M. **Iron oxides**. In: DIXON, J.B.; WEED, S.B. (Eds.). *Minerals in soil environments*. 2<sup>a</sup> ed. Madison: Soil Science Society of America, 1989. p. 789 – 824.
- SCOTT, A.D. Effect of particle size on interlayer potassium exchange in micas. **Trans. Int. Congr. Soil. Sci.**, 9th, Adelaide, Australia, p. 649 – 660, 1968.
- SCOTT, A.D.; SMITH, S.J. Susceptibility of interlayer potassium in micas to exchange with sodium. **Clays Clay Miner.**, v. 14, p. 69 – 81, 1966.
- SEGALEN, P. Metallic oxides and hydroxides in soils of the warm and humid areas of the world: formation, identification, evolution. In: **Natural Resources Research XI Soils and Tropical Weathering Proc. Bandung Symp.** UNESCO, Paris, p. 15 – 24, 1971.
- SIKORA, L.J.; STOTT, D.E. **Soil organic carbon and nitrogen**. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. (eds.). *Methods for assessing soil quality*. Soil Science Society of America, Inc. Madison, WI. 1996. 410 p.
- SILVA, E.F. **Mapas de solos produzidos em escalas e épocas distintas**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2000. 177 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2000.
- SMITH, C.W., JOHNSTON, M.A., LORENTZ, S. The effect of soil compaction and soil physical properties on the mechanical resistance of South African forestry soils. **Geoderma**, 1997, v. 78, p. 93 – 111.
- SPARKS, D.L. **Potassium dynamics in soils**. New York, Springer-Verlag, 1987. 63 p. (Advances in Soil Science, 6).
- SPARKS, D.L.; HUANG, P.M. Physical chemistry of soil potassium. In: MUNSON, R.D. (ed.). **Potassium in agriculture**. Madison: Soil Science Society of America, 1985, p. 201 – 276.
- SRODON, J.; EBERT, D.D. **Illite**. In: BAILEY, S.W. (ed.). *Micas, reviews in mineralogy*. v. 13, p.495 – 544, 1984.

- STRAHLER, A.; STRAHLER, A.N. **Physical geography: science and systems of the human environment**. 2<sup>a</sup> ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2002. 748 p.
- TIARKS, A.E.; HAYWOOD, J.D. Site preparation and fertilization effects on growth of slash pine for two rotations. **Soil Science Society of America Journal**, v. 60, p. 1654-1663, 1996.
- TORRENT, J.; SCHWERTMANN, U.; FECHTER, H.; ALFEREZ, F. Quantitative relationships between soil colour and hematite content. **Soil Sci.** v. 136, p. 354 – 358, 1983.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. Soil survey division. Soil conservation service. Soil Survey Staff. **Soil Survey Manual**. Rev. Enlarg. Ed. Washington, 1993. 437 p. (USDA. Agriculture handbook, 18).
- VALLADARES, G.S. **Formas de ferro como índices de pedogênese e adsorção de fósforo**. Seropédica, RJ: UFRRJ, 2000. 165 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2000.
- VALLOUREC E MANNESMANN FLORESTAL - V&M Florestal – **Anuário estatístico**, 2007. (<http://www.vmtubes.com.br>, acessado em 25/09/2007).
- van WAMBEKE, A. **Soils of the tropics: properties and appraisal**. New York: McGraw-Hill, Inc., 1992, 345 p.
- VARAJÃO, A.F.D.C.; GILKES, R.J.; HART, R.D. The relationships between kaolinite crystal properties and the origin of materials for a brazilian kaolin deposit. **Clays Clay Minerals**, v. 49, n. 1, p. 44 – 59, 2001.
- VIANA, J.H.M. **Distribuição espacial de atributos físico-químicos, mineralógicos e micromorfológicos de Latossolos, visando o mapeamento de áreas produtivas**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 194 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- VIANA, J.H.M. et al. Occurrence of magnetite in the sand fraction of an Oxisol in the Brazilian savanna ecosystem, developed from a magnetite-free litology. **Australian Journal of Soil Research**, 2006, v. 44, p. 71 – 83.
- VINK, A.P.A. Soil survey as related to agricultural productivity. **Journal of Soil Science**, 1963, v. 14, n. 1, p. 88-101.

WISCHMEIER, W.H.; MANNERING, J.V. Relation of soil properties to its erodibility. **Proceeding of Soil Science of America**, v. 33, p. 133-137, 1969.

YOEMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Conn. Soil Sci. Plant Annual**, v. 19, p. 1467-1476, 1988.

ZINCK, J.A. **Soil survey**: epistemology of a vital discipline. Enschede, The Netherlands: ITC, 1990. 40 p.

## **APÊNDICE**

Nº DO PERFIL: EXTRA: 111 (ACHÁ PANOSO et al., 1978)

DATA: 20/08/1975

ESTADO E MUNICÍPIO: MG. Morada Nova de Minas.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LED<sub>1</sub>

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO DISTRÓFICO A moderado textura muito argilosa cerradão relevo plano.

LOCALIZAÇÃO: 6 km de Morada Nova pela estrada Morada Nova-Biquinhas, estrada à direita, 0,9 km.

SITUAÇÃO E DECLIVE: Terço superior de encosta do terraço elevado, 0 - 3 %.

ALTITUDE: 600 m.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Ardósia – Grupo Bambuí.

MATERIAL DE ORIGEM: Sedimentos argilosos provenientes da decomposição de rochas do Grupo Bambuí.

RELEVO: Plano.

EROSÃO: Laminar ligeira

DRENAGEM: -

VEGETAÇÃO: Cerradão

USO ATUAL: -

#### DESCRIÇÃO DO PERFIL

A – 0-20 cm; vermelho escuro (10 R 3/6, úmido); muito argilosa; fraca pequena granular; muitos poros pequenos e médios; macio, muito friável, plástico e pegajoso, pH 5,0.

B – 20-80 cm; bruno avermelhado escuro (2,5 YR 3/4, úmido); muito pegajosa; plástico e pegajoso; pH 5,0.

Raízes: Os itens não descritos não o foram devido às alterações produzidas pela drenagem.

Perfil: Extra 111 Município: Morada Nova de Minas Estado: MG.  
 Local: Estrada Morada Nova-Biquinhas  
 Unidade de mapeamento: LED<sub>1</sub>  
 Classificação: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO DISTRÓFICO cerrado.  
 Amostras de Laboratório: n<sup>o</sup>s: 11.124 e 11.125

Hor.	Prof.	Amostra Seca ao Ar (mm)		Equiv. de Umid. %	Água 15 atm.	P ppm		pH 1:2,5		Past. Sat. mmhos/cm 25 °C
		Cascalho 20-2	Terra Fina < 2			Bray	N.C.	Água	KCl	
Simb.	(cm)									
A	0-20	0	100	31			1	4,7	4,0	
B	20-80	0	100	31			< 1	5,0	4,2	

Simb.	Complexo Sortivo (mE/100 g)								V %	100 x Al Al + S	Equiv. Carb. %
	H <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S.	T.			
A	6,7	1,4	0,9	0,9	0,43	0,02	1,4	9,2	15	44	
B	4,4	0,5	0,4	0,4	0,12	0,02	0,5	5,4	9	50	

Simb.	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dens. 1,47 %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C %	N %	C %
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>						
A	26,2	31,8	13,4	0,55	0,09	1,40	1,10	3,72	1,57	0,16	10
B	26,9	32,5	14,1	0,62	0,08	1,41	1,10	3,62	0,78	0,11	7

Simb.	Composição Granulométrica % Dispersão c/ NaOH				Argila Natural %	Grau de Floculação %	Silte Argila	Dens. Ap. Real	Porosidade % (Volume)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Livre %
	AG	AF	Silte	Argila						
A	2	2	17	79	0	100	0,22			13,4
B	1	1	15	83	0	100	0,18			14,1

Relação textural: 1,1

## Nº DO PERFIL: 37 (ACHÁ PANOSO et al., 1978)

DATA: 13/11/1975.

ESTADO E MUNICÍPIO: MG. Morada Nova de Minas.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LED<sub>1</sub>

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO DISTRÓFICO A moderado textura argilosa cerrado relevo plano.

LOCALIZAÇÃO: 0,7 km à leste da Fazenda Poções.

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta no terço superior da encosta do terraço elevado – 0-2%.

ALTITUDE: 600 m.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Ardósia – Grupo Bambuí.

MATERIAL DE ORIGEM: Sedimentos argilosos provenientes da decomposição de rochas do Grupo Bambuí.

RELEVO: Plano.

EROSÃO: Laminar ligeira

DRENAGEM: Acentuadamente drenado

VEGETAÇÃO: Cerradão.

USO ATUAL: Pastagem de capim Jaraguá.

### DESCRIÇÃO DO PERFIL

A<sub>1p</sub> – 0-8 cm; vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido natural); bruno avermelhado (2,5 YR 4/4, úmido amassado); muito argilosa; fraca pequena granular; muitos poros muito pequenos; friável, plástico e pegajoso; transição gradual e plana; pH 5,1.

A<sub>3</sub> – 8-28 cm; vermelho escuro (2,5 R 3/6, úmido natural); vermelho (10 R 4/6, úmido amassado); muito argilosa; fraca pequena granular; muitos poros muito pequenos; friável, plástico e pegajoso; transição gradual e plana; pH 4,6.

B<sub>1</sub> – 28-50 cm; vermelho (10 R 4/6, úmido natural e úmido amassado); muito argilosa; aspecto maciço poro “in situ”; muitos poros muito pequenos; friável, plástico e pegajoso; transição difusa e plana; pH 4,8.

B<sub>21</sub> – 50-90 cm; vermelho (10 R 4/6, úmido natural), vermelho, (10 R 4/6, úmido amassado); muito argilosa; aspecto maciço poroso “in situ”, muitos poros pequenos e pouco pequenos; muito friável, plástico e pegajoso; transição difusa e plana; pH 5,0.

B<sub>22</sub> – 90-160 cm; vermelho escuro (10 R 3/6, úmido natural), vermelho (10 R 4/6, úmido amassado); muito argilosa; aspecto maciço poroso “in situ” muitos poros muito pequenos e pouco pequenos; muito friável, plástico pegajoso; transição difusa e plana; pH 5,5.

B<sub>23</sub> – 160-200 cm+; vermelho (10R 4/6, úmido natural), vermelho (2,5 YR 4/6, úmido amassado); muito argilosa; aspecto maciço poroso “in situ” muitos poros muito pequenos e comuns pequenos; muito friável, plástico e pegajoso; pH 5,6.

Raízes: muitas no A<sub>1p</sub> com diâmetro e 1 a 10 mm; poucas no A<sub>3</sub>, B<sub>1</sub> e B<sub>21</sub> e raras no B<sub>22</sub> e B<sub>23</sub>.

Observações: O solo estava úmido quando foi descrito o perfil, não permitindo a descrição da constância a seco.

Perfil: 37 Município: Morada Nova de Minas Estado: MG.  
 Local: Ao leste da Fazenda Poções  
 Unidade de mapeamento: LED<sub>1</sub>  
 Classificação: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO DISTRÓFICO cerrado  
 Amostras de Laboratório: n<sup>o</sup>s: 76.235 a 76.240

Hor.	Prof.	Amostra Seca ao Ar (mm)		Equiv. de Umid. %	Água 15 atm.	P ppm		pH 1:2,5		Pastas Sat. mmhos/cm 25 °C
		Cascalho 20-2	Terra Fina <2			Bray	N.C.	Água	KCl	
Simb.	(cm)									
A <sub>1p</sub>	0-8	0	100	34		2	5,1	4,2		
A <sub>3</sub>	8-28	0	100	33		<1	4,6	4,0		
B <sub>1</sub>	28-50	0	100	32		<1	4,8	4,0		
B <sub>21</sub>	50-90	0	100	33		<1	5,0	4,1		
B <sub>22</sub>	90-160	0	100	32		<1	5,5	4,3		
B <sub>23</sub>	160-200+	0	100	33		<1	5,6	4,5		

Simb.	Complexo Sortivo (mE/100 g)								V %	100 x Al Al + S	Equiv. Carb. %
	H <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S.	T.			
A <sub>1</sub>	6,7	1,1	1,6	2,3	0,47	0,01	4,4	12,2	36	20	
A <sub>3</sub>	5,1	1,8	0,2	1,6	0,11	0,01	1,9	8,8	22	49	
B <sub>1</sub>	3,5	1,5	0,6	0,5	0,07	0,01	1,2	6,2	19	56	
B <sub>21</sub>	3,2	0,9	0,3	0,8	0,05	0,02	1,2	5,3	23	43	
B <sub>22</sub>	2,6	0,3	0,3	0,9	0,04	0,01	1,3	4,2	31	19	
B <sub>23</sub>	1,9	0,2	0,2	1,0	0,04	0,01	1,2	3,3	36	14	

Simb.	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dens. 1,47 %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C %	N %	C %
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>						
A <sub>1</sub>	22,3	31,0	13,4	0,50	0,10	1,22	0,96	3,63	2,85	0,19	15
A <sub>3</sub>	22,9	32,3	13,8	0,54	0,09	1,21	0,95	3,67	1,57	0,13	12
B <sub>1</sub>	23,3	32,6	14,3	0,59	0,09	1,21	0,95	3,57	1,28	0,09	14
B <sub>21</sub>	23,8	32,5	14,3	0,59	0,08	1,25	0,98	3,56	0,97	0,09	11
B <sub>22</sub>	27,3	34,6	14,7	0,60	0,07	1,34	1,06	3,69	0,80	0,08	10
B <sub>23</sub>	23,9	32,4	15,0	0,61	0,07	1,25	0,97	3,39	0,67	0,04	17

Simb.	Composição Granulométrica % Dispersão c/ NaOH				Argila Natural %	Grau de Floculação %	Silte Argila	Dens. Ap. Real	Porosidade % (Volume)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Livre %
	AG	AF	Silte	Argila						
A <sub>1</sub>	1	2	9	88	40	55	0,10 0,99 2,50	63	11,61	
A <sub>3</sub>	1	1	9	89	0	100	0,10 1,04 2,50	61	11,93	
B <sub>1</sub>	1	1	7	91	0	100	0,08 1,02 2,50	62	12,34	
B <sub>21</sub>	1	1	8	90	0	100	0,09 1,01 2,53	63	12,34	
B <sub>22</sub>	1	1	8	90	0	100	0,09 0,87 2,74	68	12,69	
B <sub>23</sub>	1	1	8	90	0	100	0,09 0,90 2,74	67	12,95	

Relação textural: 1,0



Nº DO PERFIL: 39 (ACHÁ PANOSO et al., 1978)

DATA: 15/11/1975.

ESTADO E MUNICÍPIO: MG. Morada Nova de Minas.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LEd<sub>1</sub>

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO DISTRÓFICO A moderado textura muito argilosa floresta subperenifólia relevo plano (inclusão).

LOCALIZAÇÃO: 12,3 km ao norte de Morada Nova, estrada Morada Nova – Porto Cordeiro.

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta a 10 m da estrada (lado esquerdo) no terço inferior da encosta do terraço elevado – 0-2%.

ALTITUDE: 600 m.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Ardósia – Grupo Bambuí.

MATERIAL DE ORIGEM: Sedimentos argilosos provenientes da decomposição de rochas do Grupo Bambuí.

RELEVO: Plano.

EROSÃO: Laminar ligeira

DRENAGEM: Acentuadamente drenado

VEGETAÇÃO: Floresta subperenifólia

USO ATUAL: -

#### DESCRIÇÃO DO PERFIL

A<sub>1</sub> – 0-7 cm; vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido natural); vermelho (2,5 YR 4/6, úmido amassado); muito argilosa; fraca pequena granular; muitos poros muito pequenos; friável, plástico e pegajoso; transição gradual e plana; pH 3,8.

A<sub>3</sub> – 7-35 cm; vermelho escuro (2,5 R 3/6, úmido natural); vermelho (2,5 YR 4/6, úmido amassado); muito argilosa; fraca pequena granular; muitos poros muito pequenos; friável, plástico e pegajoso; transição gradual e plana; pH 4,2.

B<sub>1</sub> – 35-80 cm; vermelho escuro (10 R 3/6, úmido natural e amassado); muito argilosa; aspecto maciço poro “in situ”; muitos poros muito pequenos; muito friável, plástico e pegajoso; transição difusa e plana; pH 4,7.

B<sub>21</sub> – 80-165 cm; vermelho escuro (10 R 3/6, úmido natural), vermelho, (10 R 4/6, úmido amassado); muito argilosa; aspecto maciço poroso “in situ”, muitos poros pequenos; muito friável, plástico e pegajoso; transição difusa e plana; pH 4,2.

B<sub>22</sub> – 165-200 cm +; vermelho escuro (10 R 3/6, úmido natural), vermelho (10 R 4/6, úmido amassado); muito argilosa; aspecto maciço poroso “in situ” muitos poros muito pequenos; muito friável, plástico pegajoso; pH 4,5.

Raízes: muitas no A<sub>1</sub> e A<sub>3</sub> com diâmetro e 1 a 5 mm; comuns no B<sub>1</sub> com diâmetros de 1 a 3 mm; poucas no B<sub>21</sub> e raras no B<sub>22</sub>.

Observações: Solo úmido quando da descrição do perfil.

Perfil: 39 Município: Morada Nova de Minas Estado: MG.  
 Local: Estrada Morada Nova para Porto Cordeiro  
 Unidade de mapeamento: LED<sub>1</sub>  
 Classificação: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO DISTRÓFICO floresta  
 subperenifólia (inclusão).  
 Amostras de Laboratório: n<sup>o</sup>s: 76.246 a 76.250

Hor.	Prof.	Amostra Seca ao Ar (mm)		Equiv. de Umid. %	Água 15 atm.	P ppm		pH 1:2,5		Pasta Sat. mmhos/cm 25 °C
		Cascalho 20-2	Terra Fina <2			Bray	N.C.	Água	KCl	
Simb.	(cm)									
A <sub>1</sub>	0-7	0	100	31		2		3,8		3,5
A <sub>3</sub>	7-35	0	100	30		1		4,2		3,9
B <sub>1</sub>	35-80	0	100	29		<1		4,7		4,0
B <sub>21</sub>	80-165	0	100	29		<1		4,5		4,1
B <sub>22</sub>	165-200+	0	100	28		<1		4,5		4,1

Simb.	Complexo Sortivo (mE/100 g)								V %	100 x Al Al + S	Equiv. Carb. %
	H <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S.	T.			
A <sub>1</sub>	8,9	3,6	14	1,2	0,13	0,01	2,7	15,2	18	57	
A <sub>3</sub>	5,0	2,6	0,7	0,7	0,04	0,01	0,8	8,4	10	76	
B <sub>1</sub>	4,1	2,2	0,9	0,9	0,02	0,01	0,9	7,2	13	71	
B <sub>21</sub>	2,5	1,6	0,2	1,3	0,01	0,01	1,5	5,6	27	52	
B <sub>22</sub>	2,0	1,2	0,1	1,1	0,01	0,01	1,2	4,4	27	50	

Simb.	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dens. 1,47 %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C %	N %	C N
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>						
A <sub>1</sub>	25,1	26,8	10,0	0,57	0,08	1,59	1,29	4,20	3,02	0,18	17
A <sub>3</sub>	24,4	27,7	10,9	0,61	0,08	1,50	1,20	3,99	1,75	0,12	15
B <sub>1</sub>	26,2	28,7	11,2	0,62	0,07	1,55	1,24	4,02	1,10	0,04	28
B <sub>21</sub>	26,6	28,9	11,3	0,63	0,06	1,56	1,25	4,01	0,78	0,04	20
B <sub>22</sub>	26,2	28,9	11,4	0,66	0,10	1,54	1,23	3,97	0,67	0,04	17

Simb.	Composição Granulométrica % Dispersão c/ NaOH				Argila Natural %	Grau de Flocculação %	Silte Argila	Dens.		Porosidade % (Volume)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Livre %
	AG	AF	Silte	Argila				Ap.	Real		
A <sub>1</sub>	4	6	14	76	1	99	0,18	1,00	2,56	61	8,49
A <sub>3</sub>	4	6	12	78	0	100	0,15	1,02	2,63	61	9,26
B <sub>1</sub>	3	6	13	78	0	100	0,17	0,97	2,67	64	9,52
B <sub>21</sub>	3	5	14	78	0	100	0,18	1,00	2,67	63	9,60
B <sub>22</sub>	3	5	14	78	0	100	0,18	0,97	2,67	64	9,57

Relação textural: 1,0

## Nº DO PERFIL: 33 (ACHÁ PANOSO et al., 1978)

DATA: 30/10/1975.

ESTADO E MUNICÍPIO: MG. Morada Nova de Minas.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LEd<sub>2</sub>

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO DISTRÓFICO A moderado textura muito argilosa cerrado relevo plano.

LOCALIZAÇÃO: 7,5 km à leste de Morada Nova, pela estrada Morada Nova – Porto das Melancias.

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta a 20 m da estrada (lado direito), no terço superior da encosta do terraço elevado – 0-2%.

ALTITUDE: 600 m.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Ardósia – Grupo Bambuí.

MATERIAL DE ORIGEM: Sedimentos argilosos provenientes da decomposição de rochas do Grupo Bambuí.

RELEVO: Plano.

EROSÃO: Laminar ligeira

DRENAGEM: Acentuadamente drenado

VEGETAÇÃO: Floresta subperenifólia

USO ATUAL: -

### DESCRIÇÃO DO PERFIL

A<sub>1</sub> – 0-20 cm; vermelho escuro (10 R 3/6, úmido natural); vermelho (2,5 YR 4/6, seco natural); muito argilosa; fraca pequena e média granular; muitos poros muito pequenos; duro, friável, plástico e pegajoso; transição difusa e plana; pH 4,2.

A<sub>3</sub> – 20-35 cm; vermelho escuro (10 R 3/6, úmido natural); vermelho (2,5 YR 4/8, seco natural); muito argilosa; fraca pequena e média granular; muitos poros muito pequenos; duro, friável, plástico e pegajoso; transição difusa e plana; pH 4,4.

B<sub>1</sub> – 35-75 cm; vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido natural), vermelho (s,5 YR 4/8, seco natural); muito argilosa; aspecto maciço poro que se desfaz em fraca média granular; poucos poros pequenos e muito pequenos; macio, muito friável, plástico e pegajoso; transição difusa e plana; pH 5,0.

B<sub>21</sub> – 75-125 cm; vermelho escuro (2,5 YR 4/6, úmido natural), vermelho, (2,5 YR 5/8, seco natural); muito argilosa; aspecto maciço poroso que se desfaz em fraca pequena granular; poucos poros pequenos e muitos muito pequenos; macio, muito friável, plástico e pegajoso; transição difusa e plana; pH 5,4.

B<sub>22</sub> – 125-200 cm +; vermelho (2,5 YR 4/6, úmido natural), vermelho (2,5 YR 4/8, seco natural); muito argilosa; aspecto maciço poroso que se desfaz em fraca pequena granular; poucos poros pequenos e muitos muito pequenos; macio, muito friável, plástico e pegajoso; pH 5,4.

Raízes: comuns no A<sub>1</sub> e poucas no A<sub>3</sub> e raras nos demais horizontes.

Observações: B<sub>21</sub>. 1. Foi observado delineamento de estrutura subangular no B<sub>1</sub> e; 2. observou-se estrutura maciça nos primeiros 5 cm do A<sub>1</sub>.

Perfil: 33 Município: Morada Nova de Minas Estado: MG.  
 Local: Estrada de Morada Nova - Porto das Melancias  
 Unidade de mapeamento: LED<sub>1</sub>  
 Classificação: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO DISTRÓFICO cerrado.  
 Amostras de Laboratório: n<sup>o</sup>s: 76.215 a 76.219

Hor.	Prof.	Amostra Seca ao Ar (mm)		Equiv. de Umid. %	Água 15 atm.	P ppm		pH 1:2,5		Pasta Sat. mmhos/cm 25 °C
		Cascalho 20-2	Terra Fina <2			Bray	N.C.	Água	KCl	
A <sub>1</sub>	0-20	X	100	28			1	4,2	3,7	
A <sub>3</sub>	20-35	X	100	28			1	4,4	3,7	
B <sub>1</sub>	35-75	X	100	29			< 1	5,0	3,8	
B <sub>21</sub>	75-125	X	100	28			< 1	5,4	3,8	
B <sub>22</sub>	125-200+	X	100	28			< 1	5,4	3,9	

Simb.	Complexo Sortivo (mE/100 g)								V %	100 x Al Al + S	Equiv. Carb. %
	H <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S.	T.			
A <sub>1</sub>	4,9	2,5	1,0	0,1	0,12	0,01	1,2	8,6	14	68	
A <sub>3</sub>	4,2	2,2	0,8	0,8	0,09	0,01	0,9	7,3	12	71	
B <sub>1</sub>	3,5	1,8	0,9	0,9	0,05	0,01	1,0	6,3	16	64	
B <sub>21</sub>	3,0	1,1	0,4	0,4	0,04	0,01	0,5	4,6	11	69	
B <sub>22</sub>	2,8	0,9	0,4	0,4	0,04	0,01	0,05	4,2	12	64	

Simb.	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dens. 1,47 %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C %	N %	C N
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>						
A <sub>1</sub>	23,9	24,0	9,6	0,37	0,12	1,69	1,35	3,92	1,51	0,12	13
A <sub>3</sub>	24,3	24,1	9,6	0,36	0,12	1,71	1,37	3,94	1,30	0,09	14
B <sub>1</sub>	23,7	24,6	9,8	0,37	0,10	1,64	1,31	3,93	0,85	0,06	14
B <sub>21</sub>	24,1	24,8	10,0	0,42	0,10	1,65	1,31	3,89	0,68	0,06	11
B <sub>22</sub>	24,0	24,4	11,0	0,43	0,09	1,67	1,30	3,48	0,47	0,03	16

Simb.	Composição Granulométrica % Dispersão c/ NaOH				Argila Natural %	Grau de Flocculação %	Silte Argila	Dens.		Porosidade % (Volume)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Livre %
	AG	AF	Silte	Argila				Ap.	Real		
A <sub>1</sub>	1	2	29	68	0	100	0,43	-	-	-	8,31
A <sub>3</sub>	1	1	28	70	0	100	0,40	-	-	-	8,32
B <sub>1</sub>	1	1	28	70	0	100	0,40	-	-	-	8,49
B <sub>21</sub>	1	1	28	70	0	100	0,40	-	-	-	8,62
B <sub>22</sub>	1	1	27	71	0	100	0,38	-	-	-	9,51

Relação textural: 1,0

## Nº DO PERFIL: 4 (ACHÁ PANOSO et al., 1978)

DATA: 24/10/1975.

ESTADO E MUNICÍPIO: MG. Felixlândia.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LVcd

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO AMARELO CAMBISSÓLICO

DISTRÓFICO A moderado textura argilosa cerrado relevo plano (inclusão).

LOCALIZAÇÃO: 3,5 km à sudeste da Fazenda Pedro de Melo

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta no topo do terraço elevado -0-3 %.

ALTITUDE: 660 m.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Ardósia – Grupo Bambuí.

MATERIAL DE ORIGEM: Sedimentos argilo-arenosos provenientes da decomposição de rochas do Grupo Bambuí.

RELEVO: Plano.

EROSÃO: Laminar moderada

DRENAGEM: Acentuadamente drenado

VEGETAÇÃO: Cerrado

USO ATUAL: -

### DESCRIÇÃO DO PERFIL

A<sub>1</sub> – 0-10 cm; vermelho amarelado (5 YR 4/6, seco natural); bruno avermelhado (5 YR 3/4, úmido natural); muito argilosa; fraca muito pequena granular e blocos subangulares; muitos poros pequenos e comuns médios; ligeiramente duro a duro, firme plástico e pegajoso; transição gradual e plana; pH 5,0.

A<sub>3</sub> – 10-22 cm; vermelho amarelado (5 YR 4/6, seco natural); vermelho amarelado (5 YR 4/6, úmido natural); muito argilosa; fraca muito pequena granular e blocos subangulares; muitos poros pequenos e comuns médios; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; transição difusa e plana; pH 4,7.

B<sub>1</sub> – 22-66 cm; vermelho amarelado (5 YR 5/8, seco natural), vermelho amarelado (5 YR 4/6, úmido natural); muito argilosa; maciça que se desfaz em fraca pequena granular e fraca muito pequena blocos subangulares; muitos poros pequenos e comuns médios; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; transição difusa e plana; pH 4,8.

B<sub>2</sub> – 62-180 cm; vermelho amarelado (5 YR 5/8, seco natural), vermelho amarelado (5 YR 4/6, úmido natural); muito argilosa; maciça que se desfaz em fraca pequena granular e fraca muito pequena blocos subangulares; muitos poros pequenos e médios; ligeiramente duro e macio, muito friável, plástico e pegajoso; transição difusa e plana; pH 5,2.

B<sub>3</sub> – 180-220 cm +; vermelho amarelado (5 YR 4/8, seco natural), vermelho (2,5 YR 4/6, úmido natural); muito argilosa; maciça porosa; muitos poros pequenos; macio, muito friável, plástico e pegajoso; pH 5,2.

Raízes: Muitas e finas em A<sub>1</sub>, A<sub>3</sub> e B<sub>1</sub>; poucas médias e muitas finas no B<sub>2</sub> e comuns finas no B<sub>3</sub>.

Observações: Fragmentos de quartzo de 2 a 5 mm distribuídos equitativamente no perfil a partir de B<sub>1</sub>, aumentando em quantidade e tamanho com a profundidade; a partir de 180 cm, atingem até 10 mm e aparecem em grande quantidade.

Perfil: 4 Município: Felixlândia Estado: MG.  
 Local: A sudoeste da Fazenda Pedro de Melo  
 Unidade de mapeamento: LVCd  
 Classificação: LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO  
 CAMBISSOLICO (inclusão).  
 Amostras de Laboratório: n<sup>o</sup>s: 76.159 a 76.163

Hor.	Prof.	Amostra Seca ao Ar (mm)		Equiv. de Umid. %	Água 15 atm.	P ppm		pH 1:2,5		Pasta Sat. mmhos/cm 25 °C
		Cascalho 20-2	Terra Fina <2			Bray	N.C.	Água	KCl	
Simb.	(cm)									
A <sub>1</sub>	0-10	X	100	29			2	5,0	3,5	
A <sub>3</sub>	10-22	X	100	28			1	4,7	3,5	
B <sub>1</sub>	22-62	1	99	28			<1	4,8	3,6	
B <sub>2</sub>	62-180	1	99	29			<1	5,2	3,9	
B <sub>3</sub>	180-220+	7	93	31			<1	5,2	3,9	

Simb.	Complexo Sortivo (mE/100 g)								V %	100 x Al Al + S	Equiv. Carb. %
	H <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S.	T.			
A <sub>1</sub>	5,7	2,0	0,5	1,6	0,45	0,02	2,6	10,3	25	43	
A <sub>3</sub>	4,8	2,5	0,2	0,8	0,14	0,03	1,2	8,5	14	68	
B <sub>1</sub>	3,8	2,3	0,1	0,9	0,08	0,02	1,1	7,2	15	68	
B <sub>2</sub>	2,9	0,8	0,8	0,8	0,06	0,03	0,9	4,6	20	47	
B <sub>3</sub>	2,7	0,9	0,8	0,8	0,06	0,04	0,9	4,5	20	50	

Simb.	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dens. 1,47 %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C %	N %	C N
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>						
A <sub>1</sub>	24,6	23,4	9,0	0,35	0,08	1,79	1,44	4,09	1,67	0,15	11
A <sub>3</sub>	25,5	24,2	9,3	0,36	0,07	1,80	1,44	4,08	1,58	0,13	12
B <sub>1</sub>	25,5	24,5	9,8	0,37	0,07	1,87	1,42	3,92	1,12	0,11	10
B <sub>2</sub>	25,9	26,1	10,3	0,38	0,06	1,69	1,35	3,97	0,58	0,07	8
B <sub>3</sub>	26,6	25,2	10,2	0,39	0,05	1,79	1,43	3,87	0,42	0,07	6

Simb.	Composição Granulométrica % Dispersão c/ NaOH				Argila Natural %	Grau de Flocculação %	Silte Argila	Dens. Ap. Real	Porosidade % (Volume)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Livre %	
	AG	AF	Silte	Argila							
A <sub>1</sub>	3	3	24	70	9	87	0,34	1,19	2,63	55	7,79
A <sub>3</sub>	3	2	21	74	0	100	0,28	1,19	2,63	55	8,05
B <sub>1</sub>	2	2	21	75	0	100	0,28	1,22	2,67	54	8,49
B <sub>2</sub>	3	2	20	75	0	100	0,27	1,08	2,70	60	8,93
B <sub>3</sub>	3	2	20	75	0	100	0,27	1,06	2,70	61	8,83

Relação textural: 1,0

## Nº DO PERFIL: 41 (ACHÁ PANOSO et al., 1978)

DATA: 20/11/1975.

ESTADO E MUNICÍPIO: MG. Morada Nova de Minas.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LVcd

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO AMARELO CAMBISSÓLICO

DISTRÓFICO A moderado, textura argilosa cerrado relevo plano.

LOCALIZAÇÃO: 3,5 km ao sul do Povoado Traçadal, pela estrada Traçadal – Porto Traçadal.

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta a 50 m da estrada, lado esquerdo, no topo do terraço elevado – 0-3 %.

ALTITUDE: 620 m.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Ardósia – Grupo Bambuí.

MATERIAL DE ORIGEM: Sedimentos argilo-siltosos provenientes da decomposição de rochas do Grupo Bambuí.

RELEVO: Plano.

EROSÃO: Laminar moderada.

DRENAGEM: Acentuadamente drenado.

VEGETAÇÃO: Cerrado devastado.

USO ATUAL: Pastagem natural.

### DESCRIÇÃO DO PERFIL

A<sub>1p</sub> – 0-8 cm; bruno avermelhado (5 YR 4/4, úmido natural); vermelho amarelado (5 YR 5/6, úmido amassado) bruno avermelhado claro (5 YR 6/4, seco natural); argila siltosa; fraca pequena granular; muitos poros muito pequenos; duro, friável, plástico e pegajoso; transição gradual e plana; pH 4,4.

A<sub>3</sub> – 8-25 cm; vermelho amarelado (5 YR 4/6, úmido natural); vermelho amarelado (5 YR 5/6, úmido amassado), bruno avermelhado claro (5 YR 6/4, seco natural); argila; fraca pequena granular; muitos poros muito pequenos; duro, plástico e pegajoso; transição gradual e plana; pH 4,6.

B<sub>1</sub> – 25-55 cm; vermelho amarelado (5 YR 5/8, úmido natural), bruno forte (7,5 YR 5/6, úmido amassado); argila; maciça porosa; muitos poros muito pequenos; muito friável, plástico e pegajoso; transição difusa e plana; pH 5,0.

B<sub>21</sub> – 55-90 cm; vermelho amarelado (5 YR 4/8, úmido natural), bruno forte (7,5 YR 5/8, úmido amassado); argila; maciça porosa; muitos poros muito pequenos; muito friável, plástico e pegajoso; transição difusa e plana; pH 5,5.

B<sub>22</sub> – 90-155 cm; vermelho amarelado (5 YR 4/8, úmido natural), bruno forte (7,5 YR 5/8, úmido amassado); argila; maciça porosa; muitos poros muito pequenos; muito friável, plástico e pegajoso; pH 5,6.

B<sub>3</sub> – 155-195 cm +; vermelho (2,5 YR 4/6, úmido amassado), vermelho amarelado (5 YR 5/8, úmido amassado); argila; maciça porosa; muitos poros muito pequenos; muito friável, plástico e pegajoso; pH 5,6.

Raízes: Comuns no A<sub>1</sub>, A<sub>3</sub> e B<sub>1</sub>; poucas no B<sub>21</sub> e raras no B<sub>22</sub> e B<sub>3</sub>.

Observações: O horizonte A<sub>1p</sub> apresenta delineamento de estrutura laminar. O perfil apresenta maior tenacidade no B<sub>22</sub> e B<sub>3</sub>.

Perfil: 41

Município: Morada Nova de Minas

Estado: MG.

Local:

Unidade de mapeamento: LVcd

Classificação: LATOSSOLO VERMELHO AMARELO CAMBISSÓLICO  
DISTRÓFICO.

Amostras de Laboratório: n<sup>o</sup>s: 76.257 a 76.262

Hor.	Prof.	Amostra Seca ao Ar (mm)		Equiv. de Umid. %	Água 15 atm.	P ppm		pH 1:2,5		Pasta Sat. mmhos/cm 25 °C
		Cascalho 20-2	Terra Fina <2			Bray	N.C.	Água	KCl	
Simb.	(cm)									
A <sub>1</sub>	0-8	0	100	25			1	4,4	3,9	
A <sub>3</sub>	8-25	0	100	25			1	4,6	3,9	
B <sub>1</sub>	25-55	0	100	27			1	5,0	4,0	
B <sub>21</sub>	55-90	0	100	26			1	5,5	4,0	
B <sub>22</sub>	90-155	0	100	29			1	5,6	3,9	
B <sub>3</sub>	155-195+	X	100	30			1	5,6	3,6	

Simb.	Complexo Sortivo (mE/100 g)								V %	100 x Al Al + S	Equiv. Carb. %
	H <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S.	T.			
A <sub>1</sub>	3,6	2,8	0,3	1,4	0,15	0,01	1,9	8,3	23	60	
A <sub>3</sub>	2,6	2,8	0,2	1,2	0,07	0,01	1,5	6,9	22	65	
B <sub>1</sub>	2,4	2,3	0,4	1,1	0,05	0,01	1,6	6,3	25	59	
B <sub>21</sub>	2,1	1,8	0,3	1,1	0,05	0,01	1,5	5,4	28	55	
B <sub>22</sub>	2,1	2,1	0,3	1,1	0,04	0,01	1,5	5,7	26	58	
B <sub>3</sub>	1,9	2,9	0,3	1,2	0,04	0,04	1,6	5,4	25	64	

Simb.	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dens. 1,47 %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C %	N %	C N
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>						
A <sub>1</sub>	17,8	15,6	6,4	0,23	0,04	1,94	1,54	3,82	1,27	0,11	12
A <sub>3</sub>	18,3	16,5	6,8	0,23	0,04	1,89	1,49	3,81	1,07	0,10	11
B <sub>1</sub>	19,4	17,3	7,4	0,24	0,04	1,91	1,50	3,66	0,91	0,09	10
B <sub>21</sub>	19,7	18,0	7,4	0,27	0,04	1,86	1,47	3,81	0,57	0,05	11
B <sub>22</sub>	20,3	18,0	7,4	0,29	0,04	1,92	1,52	3,81	0,40	0,04	10
B <sub>3</sub>	22,3	18,8	7,8	0,29	0,04	2,91	1,59	3,78	0,32	0,04	8

Simb.	Composição Granulométrica % Dispersão c/ NaOH				Argila Natural %	Grau de Flocculação %	Silte Argila	Dens. Ap. Real	Porosidade % (Volume)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Livre %	
	AG	AF	Silte	Argila							
A <sub>1</sub>	1	9	41	49	0	100	0,84	1,37	2,63	48	5,56
A <sub>3</sub>	1	8	39	52	0	100	0,75	1,29	2,63	51	5,91
B <sub>1</sub>	1	8	38	53	0	100	0,72	1,22	2,63	54	6,44
B <sub>21</sub>	1	7	38	54	0	100	0,70	1,07	2,70	60	6,42
B <sub>22</sub>	1	7	38	54	0	100	0,70	1,12	2,67	58	6,40
B <sub>3</sub>	1	6	38	55	0	100	0,69	1,20	2,70	56	6,76

Relação textural: 1,1



## Nº DO PERFIL: 05 (ACHÁ PANOSO et al., 1978)

DATA: 25/10/1975.

ESTADO E MUNICÍPIO: MG. Felixlândia.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: Cd<sub>1</sub>.

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO DISTRÓFICO A moderado textura argilosa campo cerrado relevo suave ondulado e ondulado.

LOCALIZAÇÃO: 11,8 km de Felixlândia, pela estrada que parte dos fundos da Igreja Matriz em direção às margens da represa Três Marias (Fazenda do Sr. Quinzinho).

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta no terço médio superior da encosta do terço elevado – 0-2 %.

ALTITUDE: 610 m.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Ardósia – Grupo Bambuí.

MATERIAL DE ORIGEM: Sedimentos argilo-siltosos provenientes da decomposição de rochas do Grupo Bambuí.

RELEVO: Plano.

EROSÃO: Laminar ligeira.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO: Campo cerrado.

USO ATUAL:

### DESCRIÇÃO DO PERFIL

A – 0-16 cm; amarelado (10 YR 7/6, seco natural); amarelo brunado (10 YR 6/6, úmido natural); franco argilo siltosa; maciça porosa que se desfaz em franca pequena granular; poros comuns pequenos; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; transição clara e plana; pH 4,4.

B – 16-50 cm; amarelo avermelhado (7,5 YR 6/6, seco natural); amarelo avermelhado (7,5 YR 6/8, úmido natural); franco argilo siltosa; maciça porosa que se desfaz em fraça pequena granular; poros comuns a pouco pequenos; macio, muito friável, plástico e pegajoso; transição gradual e plana; pH 4,7.

C<sub>2</sub> – 50-110 cm; vermelho amarelado (5 YR 5/6, seco natural), vermelho amarelado (5 YR 4/6, úmido natural); mosqueado pouco pequeno difuso amarelo (10 YR 7/8); argila siltosa; maciça; poucos poros pequenos e médios; ligeiramente duro, firme a friável, plástico e pegajoso; transição difusa e plana; pH 5,0.

C<sub>3</sub> – 110-140 cm; vermelho (2,5 YR 5/6, seco natural), vermelho (2,5 YR 4/8, úmido natural); mosqueado comum médio distinto amarelo brunado (10 YR 6/6); argila siltosa; maciça; poucos poros pequenos e médios; ligeiramente duro, firme, plástico e pegajoso; transição difusa e plana; pH 4,9.

R – 140-200 cm +; vermelho claro (2,5 YR 6/6, úmido natural), pH 4,9.

Raízes: Poucas e finas em A e B e raras no C<sub>2</sub>.

Observações: 1) Fragmentos de quartzo, seixos rolados e concreções em pequena quantidade, distribuídos equitativamente até o C<sub>2</sub>. 2) No C<sub>2</sub> e C<sub>3</sub>, encontra-se pequenos paralelepípedos de filito de 10 a 20 mm de aresta. 3) No R a rocha está em decomposição. 4) Devido à pequena espessura não se considerou o horizonte de transição entre o B e o C<sub>2</sub>.

Perfil: 05 Município: Felixlândia Estado: MG.  
 Local: Estrada da Igreja – Fazenda do Sr. Quinzinho  
 Unidade de mapeamento: Cd<sub>1</sub>  
 Classificação: CAMBISSOLO DISTRÓFICO.  
 Amostras de Laboratório: n<sup>o</sup>s: 76.164 a 76.168

Hor.	Prof.	Amostra Seca ao Ar (mm)		Equiv. de Umid. %	Água 15 atm.	P ppm		pH 1:2,5		Pasta Sat. mmhos/cm 25 °C
		Cascalho 20-2	Terra Fina <2			Bray	N.C.	Água	KCl	
A	0-16	1	99	22		1	4,4	3,4		
B	16-50	1	99	22		< 1	4,8	3,7		
C <sub>2</sub>	50-110	2	98	25		< 1	5,0	3,5		
C <sub>3</sub>	110-140	1	99	28		< 1	4,9	3,4		
R	140-200+	X	100	29		< 1	4,9	3,5		

Simb.	Complexo Sortivo (mE/100 g)								V %	100 x Al Al + S	Equiv. Carb. %
	H <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S.	T.			
A	3,0	1,7	0,2	0,8	0,09	0,02	1,1	5,8	19	61	
B	1,3	1,6	0,9	0,9	0,04	0,02	1,0	3,9	26	62	
C <sub>2</sub>	1,3	2,6	0,7	0,7	0,04	0,03	0,8	4,7	17	76	
C <sub>3</sub>	1,1	4,2	0,8	0,8	0,03	0,07	0,9	6,2	15	82	
R	1,0	4,1	0,8	0,8	0,03	0,04	0,9	6,0	15	82	

Simb.	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dens. 1,47 %					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C %	N %	C N
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>						
A	11,6	9,5	4,8	0,22	0,03	2,08	1,57	3,10	1,01	0,10	10
B	13,9	11,4	5,2	0,25	0,02	2,07	1,61	3,44	0,74	0,07	11
C <sub>2</sub>	17,7	14,1	5,8	0,31	0,02	2,13	1,69	3,81	0,47	0,06	8
C <sub>3</sub>	21,8	16,1	6,6	0,30	0,02	2,30	1,82	3,82	0,65	0,06	11
R	23,9	16,8	6,6	0,29	0,03	3,42	1,93	3,99	0,41	0,06	7

Simb.	Composição Granulométrica % Dispersão c/ NaOH				Argila Natural %	Grau de Flocculação %	Silte Argila	Dens.		Porosidade % (Volume)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Livre %
	AG	AF	Silte	Argila				Ap.	Real		
A	5	6	61	28	7	75	2,18	1,42	2,60	45	4,12
B	3	4	59	34	0	100	1,74	1,25	2,63	52	4,46
C <sub>2</sub>	2	3	54	41	0	100	1,32	1,20	2,67	55	9,94
C <sub>3</sub>	1	2	57	40	0	100	1,43	1,44	2,70	47	5,67
R	1	2	56	41	0	100	1,37	-	-	-	5,68

Relação textural: 1,2

Nº DO PERFIL: EXTRA: 110 (ACHÁ PANOSO et al., 1978)

DATA: 13/08/1975.

ESTADO E MUNICÍPIO: MG. Morada Nova de Minas.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: Cd<sub>1</sub>.

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO DISTRÓFICO A moderado textura argilosa campo cerrado relevo suave ondulado e ondulado.

LOCALIZAÇÃO: 4 km, estrada Morada Nova – Fazenda do Golfo.

SITUAÇÃO E DECLIVE: Topo da elevação, 3,5 %.

ALTITUDE: 630 m.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Ardósia – Grupo Bambuí.

MATERIAL DE ORIGEM: Sedimentos argilo-siltosos provenientes da decomposição de rochas do Grupo Bambuí.

RELEVO: Suave ondulado.

EROSÃO: Laminar moderada.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO: Campo cerrado.

USO ATUAL: -

#### DESCRIÇÃO DO PERFIL

A – 0-20 cm; bruno forte (7,5 YR 5/6); franco siltosa; fraca pequena granular; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.

B – 20-60 cm; vermelho amarelado (5 YR 5/8); franco siltosa, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Observações: Presença de “boulders” de rochas na superfície do solo.

Perfil: Extra: 110 Município: Morada Nova de Minas Estado: MG.  
 Local: Estrada Morada Nova à Fazenda do Golfo (4 km)  
 Unidade de mapeamento: Cd<sub>1</sub>  
 Classificação: CAMBISSOLO DISTRÓFICO.  
 Amostras de Laboratório: n<sup>o</sup>s: 11.122 a 11.123

Hor.	Prof.	Amostra Seca ao Ar (mm)		Equiv. de Umid. %	Água 15 atm.	P ppm		pH 1:2,5		Pasta Sat. mmhos/cm 25 °C		
		Cascalho 20-2	Terra Fina <2			Bray	N.C.	Água	KCl			
A	0-20	0	100	20	20		1	4,6	3,7			
B	20-60	0	100	21	21		1	4,2	3,8			
Simb.	Complexo Sortivo (mE/100 g)									V %	100 x Al Al + S	Equiv. Carb. %
	H <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S.	T.				
A	2,7	2,0		0,3	0,08	0,02	0,4	5,1	8	83		
B	1,9	1,7		0,2	0,06	0,02	0,3	3,9	8	85		
Simb.	Ataque por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dens. 1,47 %						Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C %	N %	C N
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>							
A	11,1	9,3	3,9	0,15	0,04	2,03	1,60	3,74	0,67	0,08	8	
B	13,4	11,4	4,5	0,22	0,04	2,00	1,60	3,98	0,46	0,07	7	
Simb.	Composição Granulométrica % Dispersão c/ NaOH				Argila Natural %	Grau de Flocculação %	Silte Argila	Dens. Ap. Real		Porosidade % (Volume)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Livre %	
	AG	AF	Silte	Argila								
A	1	18	58	23	2	91	2,52				3,38	
B	1	16	57	26	0	100	2,19				3,85	

Relação textural: 1,1