

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Ocorrência e significado paleoambiental do Horizonte A húmico em
Latosolos**

Márcia Regina Calegari

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Agronomia. Área de concentração: Solos e Nutrição de
Plantas

**Piracicaba
2008**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Marcia Regina Calegari
Geógrafa

Ocorrência e significado paleoambiental do Horizonte A húmico
em Latossolos

Orientador:
Prof. Dr. **PABLO VIDAL TORRADO**

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutor em Agronomia. Área de concentração:
Solos e Nutrição de Plantas

Piracicaba
2008

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Calegari, Marcia Regina

Ocorrência e significado paleoambiental do horizonte A húmico em latossolos / Marcia Regina Calegari. - - Piracicaba, 2008.
259 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.
Bibliografia.

1. Geocronologia 2. Geomorfologia 3. Horizontes do solos - propriedades físico-químicas
4. Latossolos 5. Opala 6. Pedologia 7. Paleoambientes I. Título

CDD 631.44

C148o

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

*A meus pais,
Aparecida Guerra e João Calegari,
dedico.*

*"É melhor tentar e falhar,
que preocupar-se e ver a vida passar;
é melhor tentar, ainda que em vão,
que sentar-se fazendo nada até o final.*

*Eu prefiro na chuva caminhar,
que em dias tristes em casa me esconder.*

*Prefiro ser feliz, embora louco,
que em conformidade viver ..."*

Martin Luther King

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa só pôde ser realizada graças ao apoio e à colaboração de amigos, colegas e algumas instituições, com os quais tive imenso prazer e o privilégio de conviver.

Neste sentido, gostaria de expressar aqui, a minha gratidão, consciente de que este **muito obrigada** é pouco para dimensioná-la.

Agradecimentos

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, por seus Coordenadores do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas Prof. Dr. Álvaro Pires da Silva (2005/2007) e Prof. Dr. Pablo Vidal Torrado (2008/2009), pela oportunidade e apoio técnico e financeiro.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) pela liberação para dedicação integral ao doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa cedida no país (PICDT) e no exterior (Doutorado Sanduíche) por meio do convênio CAPES-MECD 154/03, entre a ESALQ/USP e a Universidade de Santiago de Compostela (Espanha).

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento ao projeto: “Latosolos com horizonte A húmico: caracterização, distribuição, gênese e significado paleoambiental no território brasileiro” (Projeto 06/58068-6).

À Universidade de Santiago de Compostela (USC-ES) - “Departamento de Edafologia e Química Agrícola”, pela acolhida, apoio e infra-estrutura na realização das atividades laboratoriais.

Ao Departamento de Arqueologia e Antropologia (*Institució Milà i Fontanals* – Conselho Superior de Investigación Científica–IMF-CSIC), Barcelona (ES), pelo apoio e infra-estrutura para a análise dos fitólitos do solo. Pela acolhida e sempre bem humorada convivência.

Ao Prof. Dr. Pablo Vidal Torrado pela orientação, compartilhando as etapas desta pesquisa. Pelo exemplo como pesquisador e principalmente pela confiança, apoio e incentivo. Pelas oportunidades, contatos com outras instituições e pesquisadores. Pelos

conhecimentos transmitidos, segurança e total liberdade para expressar minhas idéias e dúvidas e, sobretudo pelo convívio pessoal.

Ao PhD. Marco Madella pela permanente e atenciosa orientação durante e após o estágio desenvolvido no Departamento de Arqueologia e Antropologia (IMF-CSIC), Barcelona (ES)

Ao Prof. Dr. Luiz Carlos R. Pessenda pela colaboração e ensinamentos transmitidos na área de estudo quaternarista. Pela atenção e oportunidades de uso do laboratório Isótopos ^{14}C do CENA-USP- Piracicaba (SP).

Ao Prof. Dr. Xosé Luis Otero Pérez (USC-ES) pela acolhida, apoio e colaboração na realização das atividades de laboratório.

Ao Prof. Dr. Felipe Macias Vásquez (USC-ES) pelo grande apoio e colaboração na realização desta pesquisa.

Ao Dr. Igo Lepsch pelo apoio e sugestões ao longo do trabalho, sobretudo na fase final desta tese.

Aos professores Ricardo Marques Coelho (IAC) pela ajuda no trabalho de campo em Campinas e Miguel Cooper (ESALQ) e Francisco Ladeira (UNICAMP) pelas sugestões.

À Prof. Dr. Margarita Osterrieth do Centro de Geología de Costas y del Cuaternario/Facultad de Ciencias Exactas y Naturales/Universidad Nacional de Mar del Plata (Mar Del Plata/Argentina) pela acolhida, atenção e pelos primeiros ensinamentos a cerca da análise de fitólitos.

Ao colega Flavio A. Marques pela contribuição e parceria no desenvolvimento das atividades de campo, laboratório e discussão relacionadas a este projeto de pesquisa e também, pela ajuda nas traduções dos resumos desta tese.

Aos professores do Departamento de Ciência do Solo da ESALQ/USP pelos conhecimentos transmitidos e contribuição a minha formação.

Aos colegas Vanda, Josiane, Raphael, Flávio, Fernando, Gabriel, Ingrid, Alexandre e Maurício pelo convívio quase diário (nem sempre pacífico), que jamais serão esquecidos. Pela paciência, compreensão e, sobretudo pelo companheirismo.

Aos amigos Marta Velasco, Roberto Calvelo e Maria Santiso pelo apoio, amizade, companheirismo e agradável convivência em Santiago de Compostela.

Aos técnicos David Romero, Natividad Matilla (Nat), Maria Santiso e Carmen Perez Llaguno pelo apoio no desenvolvimento das atividades no laboratório de Biologia e Edafologia Ambiental – USC (ES).

Ao técnico Luiz Silva pelo apoio no desenvolvimento das atividades nos laboratórios do Departamento de Ciência do Solo – ESALQ/USP.

Às colegas da Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina) Mariana, Fernanda e Verônica pelo excelente convívio e apoio nas atividades de laboratório.

Aos colegas do Departamento de Arqueologia e Antropologia (IMF- CSIC), Barcelona (ES) pela agradável companhia e convivência.

Aos colegas da Universidade de Santiago de Compostela: Eva Penteado, Eva Bujan, Ana García Javi, Cruz, Nue, Naty, Javi 10, Zuriñe, Ion, Juan, David pela acolhida, bom convívio, marchas, jogos, viagens e, sobretudo pelos bons momentos compartilhados.

Aos funcionários do Departamento de Ciência do Solo, em especial ao Sr. Dorival Grisatto pelo apoio, esforço e cuidados com os membros da equipe em nossos trabalhos de campo, a Cristina, Beth e Célia.

À INFRA-AERO (aeroporto Viracopos), IAPAR (Unidade de Ponta Grossa), Usina Furlan (Piracicaba), Prefeitura de Guarapuava (direção do Parque das Araucárias), Universidade de Ponta Grossa, Fundação ABC (Castro) e a todos os proprietários das terras onde foram abertas as trincheiras estudadas, pela permissão para estudo e apoio nos trabalhos de campo.

Às amigas Christina Otsuchi, Neyde F. B. Giarola e Selma R. A. Ribeiro pelo apoio nos trabalhos de campo e no levantamento dos materiais cartográficos.

À todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização desta pesquisa.

E finalmente aos meus pais e irmãos pelo apoio incondicional. Pelo incentivo, carinho e cumplicidade na tentativa de minimizar a saudade e a distância, que sempre foram grandes.

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

RESUMO.....	13
ABSTRACT	15
1 INTRODUÇÃO	17
Referências	21
2 CARACTERIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE LATOSSOLOS COM HORIZONTE A HÚMICO NO BRASIL.....	25
Resumo	25
Abstract	26
2.1 Introdução	27
2.2 Desenvolvimento.....	28
2.2.1 Material e Métodos.....	28
2.2.1.1 Localização das áreas de estudo	28
2.2.1.2 Banco de Dados	29
2.2.1.3 Análise Estatística Aplicada ao Banco de Dados	29
2.2.1.4 Descrição e Coleta	29
2.2.1.5 Análises Químicas e Físicas de Rotina	33
2.2.1.5.1 Banco de Dados.....	33
2.2.1.5.2 Perfis amostrados.....	33
2.2.1.6 Análise de Elementos Totais	33
2.2.2 Resultados e Discussão	34
2.2.2.1 Distribuição Geográfica e Caracterização dos Latossolos Com Horizonte A Húmico	34
2.2.2.1.1 Planalto Meridional (Planaltos e Chapadas monoclinais) – Grupo 1	36
2.2.2.1.2 Planaltos e Serras do Atlântico Leste Sudeste – Grupo 2.....	44
2.2.2.1.3 Planalto Atlântico, Depressão Periférica Paulista e Tabuleiros Costeiros/Zona da Mata Nordestina – Grupo 3	53
2.3 Considerações Finais	66
Referências	67
3 DATAÇÃO DE ^{14}C E ISÓTOPOS DE CARBONOS ESTÁVEIS ($\delta^{13}\text{C}$) DA MATÉRIA ORGÂNICA DO HORIZONTE A HÚMICO EM LATOSSOLOS.....	77
Resumo	77
Abstract	77
3.1 Introdução	78
3.2 .1 Material e Métodos.....	80
3.2.1.1 Área de estudo	80
3.2.1.2 Descrição e Coleta	81
3.2.1.3 Granulometria.....	81
3.2.1.4 Composição Isotópica ($\delta^{13}\text{C}$) e Determinação do Carbono Orgânico Total da MOS.....	81
3.2.1.5 Datação por ^{14}C	82
3.2.2 Resultados	83
3.2.2.1 Atributos e Propriedades dos Solos	83
3.2.2.2 Composição do $\delta^{13}\text{C}$ da MOS e Datações ^{14}C	89
3.2.2.2.1 Regiões Sudeste e Nordeste.....	89
3.2.2.2.2 Região Sul.....	93

3.2.2.3 Dinâmica do Clima e da Vegetação no Holoceno.....	95
3.3 Considerações Finais	98
Referências.....	99
4 COMPARAÇÃO DE PROCEDIMENTOS DE EXTRAÇÃO DE FITÓLITOS EM LATOSSOLOS.....	107
Resumo	107
Abstract.....	108
4.1 Introdução.....	109
4.2. Desenvolvimento	112
4.2.1 Material e Métodos	112
4.2.1.1 Área de Estudo	112
4.2.1.2 Extração de Fitólitos	112
4.2.1.2.1 Remoção dos Recobrimentos.....	113
4.2.1.3 Separação dos Fitólitos	114
4.2.1.4 Classificação e contagem de Fitólitos.....	114
4.2.1.5 Estatística	115
4.2.2 Resultados.....	115
4.2.3 Discussão	121
4.3 Considerações Finais	122
Referências.....	122
5 OCORRÊNCIA E SIGNIFICADO AMBIENTAL DE FITÓLITOS EM LATOSSOLOS COM HORIZONTE A HÚMICO	129
Resumo	129
Abstract.....	130
5.1 Introdução.....	131
5.2 Desenvolvimento	136
5.2.1 Material e Métodos	136
5.2.1.1 Área de Estudo	136
5.2.1.2 Análises Químicas e Físicas de Rotina.....	137
5.2.1.3 Matéria Orgânica do Solo	138
5.2.1.4 Amostragem e extração de fitólitos.....	138
5.2.1.5 Classificação e contagem de Fitólitos.....	139
5.2.1.6 Índices para Interpretação de Assembléias de Fitólitos Modernos e Fósseis..	140
5.2.2. Estudo de Casos.....	142
5.2.2.1 Latossolo Bruno Ácrico típico húmico – Guarapuava (PR)	142
5.2.2.2 Latossolo Vermelho Distrófico húmico – Cerrado <i>Sensu Stricto</i> (Salinas - Norte de Minas Gerais)	152
5.2.2.3 Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico – Machado (Sul de Minas Gerais).....	163
5.2.2.4 Interpretação da composição e distribuição das assembléias de fitólitos e suas implicações (paleo)ambientais.....	175
5.3 Considerações Finais	177
Referências.....	178
APÊNDICE	189
ANEXOS.....	257

RESUMO

Ocorrência e significado paleoambiental do horizonte a húmico em Latossolos

A ocorrência de solos com horizonte A húmico (Ah) hiperdesenvolvido ainda é pouco entendida. Nos Latossolos com esse horizonte (Lh) ele freqüentemente é muito espesso, com baixa saturação por bases e cor escura advinda do relativamente grande acúmulo de matéria orgânica até profundidades superiores a 100 cm. Exceto para a região Sul, tais atributos estão em desconformidade com as atuais condições de clima e vegetação em que esses Lh se encontram. Objetivou-se definir variáveis ambientais que teriam influenciado na gênese desse horizonte em Latossolos, investigando-se dados de morfologia, textura, geoquímica, geomorfologia e evidências de paleoambientes. Realizou-se primeiro um estudo bibliográfico das principais características dos Lh no Brasil, em um conjunto de 39 perfis. Destes, 11 variáveis, representando atributos ambientais, químicos e granulométricos do solo foram submetidas a análises estatísticas multivariadas, para agrupá-los segundo similaridades. Três grupos foram definidos: **G1** - Latossolos Brunos e Vermelhos em superfícies de cimeira da região Sul, com os mais altos teores de carbono orgânico e de Fe_2O_3 , Ah menos espesso e mineralogia mais oxidica que os demais; **G2**- Latossolos Vermelho-Amarelos e Amarelos em antigas superfícies geomorfológicas da região Sudeste, associados à vegetação e clima de altitude, com valores intermediários de carbono e de mineralogia; **G3** - Latossolos Vermelho-Amarelos e Amarelos com Ah mais espessos, encontrados nos níveis mais elevados de superfícies intermediárias (Depressão Periférica Paulista e Tabuleiros do Nordeste), com os menores teores de carbono e mineralogia caulinitica. Baseados nesses agrupamentos amostraram-se 30 pedons para fins de caracterização detalhada: análise total de Zr e Ti para identificar descontinuidades e técnicas isotópicas ($\delta^{13}\text{C}$, ^{14}C) aliadas a análises de fitólitos para inferir paleoambientes. Para esta análise procedimentos de extração de fitólitos foram adaptados. Nas regiões Sudeste e Nordeste o Ah teria se formado sob vegetação menos densa que a atual, como indicado pelos fitólitos e valor $\delta^{13}\text{C}$ que indicou mistura de plantas de ciclo C_3 e C_4 (~-22‰), que revelaram predomínio de plantas C_3 e, na região Sul, vegetação mais aberta com predomínio de plantas C_4 (~-16‰), indicando clima mais seco entre o Holoceno inferior e médio. A partir das datações ^{14}C e dos valores $\delta^{13}\text{C}$ inferiu-se um empobrecimento isotópico (~-25‰) no Holoceno superior, sugerindo expansão da vegetação de floresta para todas as regiões, associada à clima mais úmido e quente, semelhante ao atual, nas regiões Sudeste e Nordeste e mais úmido e frio, na região Sul. Esses resultados indicaram que vegetação e climas pretéritos, associados aos materiais de origem e estabilidade do relevo, têm participação importante na geografia e nos processos de formação do material de origem e dos horizontes Ah. As relações Ti/Zr indicaram descontinuidades litológicas, fato que sugere a ação de processos de coluvionamento no espessamento dos Ah que, com isso, podem ser considerados como poligenéticos. O Ah constitui um importante registro das variações climáticas ocorridas durante o Quaternário sendo considerado como um paleossolo relictual. A integração da análise isotópica, de fitólitos, análise total de Zr e Ti, com a morfologia e análises de rotina foram bastante úteis para esclarecer a origem dos Ah desses Lh.

Palavras - Chave: Latossolos; Horizonte A húmico; Paleossolo relictual; Reconstrução paleoambiental; Fitólitos; Isótopos; $\delta^{13}\text{C}$; datação ^{14}C

ABSTRACT

Occurrence and palaeoenvironmental significance of humic horizon in Latosols (oxisols)

Thick humic A horizons (umbric epipedons) may be found in several Brazilian Latosols (well drained Oxisols - Lh). This dark colored horizon (Ah) is frequently more than 1m thick and has a large stock of soil organic matter (SOM) and differ from nearby Latosols without an Ah and on younger surfaces and do not conform with present climate and vegetation. Several hypothesis about their genesis had been raised but without a good pedogenetic understanding. This thesis aims to define environmental variables responsible for their formation. Several pedons were examined through their morphology and landscape position, and their soil materials were studied by geochemistry methods and paleoenvironmental evidence by C isotope and phytolith assemblages. First, a bibliographic survey was performed to choose a set of 39 profiles were chosen to be studied on a data set where 11 noted chemical and granulometric attributes and one environmental variable were submitted to multivariate statistic analysis in order to group them according to similarities. Three groups were defined: **G1** - Brown and Red Latosols from summit surfaces of the Brazilian Southern uplands (with the highest clay, organic carbon and iron oxide values, but with thinner epipedons than the others groups). **G2** - Yellow-Red and Yellow Latosols, predominantly found in summit positions, remnant ancient geomorphic surfaces from the Southeast region and associated with the vegetation adapted to high altitudinal tropical climate. **G3** - Red-Yellow and Yellow Latosols from the Brazilian Southeastern piedmont upland surfaces and Northeastern coastal tablelands (with the thickest umbric epipedons, loamy to clayey textures, lower carbon contents, and a kaolinitic mineralogy). From this analysis 30 Lh representative pedons were field sampled to be characterized, including total Zr and Ti contents, stable carbon isotopes ($\delta^{13}\text{C}$, ^{14}C) and phytolith analysis, in order to better understand paleo-environmental conditions they were subjected. For the phytolith extraction laboratory procedure were adapted in order to better separate and clean them from oxidic coatings. The SOM isotope data and phytolith assemblages indicated that these Ah were formed under a less dense vegetation than the present one: a probably mixture of C_3 and C_4 (~22%) plants, with more contribution of the C_3 in the Southeast and Northeast regions, a more open (~16%, grassy), vegetation (with contribution of C_4 plants) in the middle to medium Holocene indicating the presence of a drier climate in the Southern region. From the Late Holocene a more $\delta^{13}\text{C}$ depleted values (~25%) was observed, suggesting the expansion of the tropical and subtropical forests in this region, probably associate to a humid and warm climate in the Southeast and Northeast regions, and humid and cold in the Southern region. The combination of climate and vegetation late, parent material, and stability relief have played a major role in the geographic and formation of the parent material and pedogenetic horizons of these Lh, and thus they should be considered as polygenetic soils. The humic horizons constitute an important register of Holocene climate change and that they should be considered as relic paleosoils.

Keywords: Latosols; Humic A horizon; Relic paleosoil; Paleoenvironment reconstruction; Phytoliths; Isotopes; $\delta^{13}\text{C}$; ^{14}C dating

1 INTRODUÇÃO

O interesse pelo estudo da matéria orgânica do solo (MOS) aumentou significativamente nas últimas décadas, devido a questões de natureza ambiental. A MOS constitui o maior reservatório de carbono terrestre e, portanto, é um componente-chave para o entendimento dos fluxos globais de carbono e predições dos efeitos nocivos decorrentes das possíveis alterações globais desses fluxos (LAL, 2002).

O horizonte húmico, um importante reservatório de carbono, é definido como um horizonte superficial mineral que apresenta cor escura com valor e croma ≤ 4 , saturação por bases inferior a 65%, com espessura e conteúdo de carbono orgânico dentro de limites específicos (EMBRAPA, 2006). No Brasil este horizonte é encontrado em praticamente todas as regiões e classes de solos. Entretanto, se destaca quando associado à Latossolos, por apresentar grande espessura, comumente superior a 100 cm e elevado teor de carbono ($>1,2 \text{ g.kg}^{-1}$) nessa profundidade.

Esses Latossolos correspondem aos antigos Latosol Preto Amarelo e Latossolo Húmico identificados pela antiga Comissão de Solos (Brasil, 1958; 1960), nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, respectivamente e à subordem dos Humox da antiga classificação de solos dos Estados Unidos (Soil Taxonomy, 1975). Atualmente, o caráter húmico é utilizado no quarto nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (EMBRAPA, 2006) (Tabela 1.1).

Em todos estes sistemas esse horizonte visa destacar o teor relativamente elevado de carbono orgânico até profundidade de um metro encontrado em alguns Latossolos (Tabela 1.2). O horizonte A húmico hiperdesenvolvido (com mais de 100 cm de profundidade) é encontrado em praticamente todas as regiões do Brasil e em áreas de domínio dos Latossolos¹ Vermelhos, Vermelho-Amarelos, Brunos e Amarelos, normalmente em elevadas altitudes (KER, 1988).

¹ Latossolo Ferrífero, Roxo, Vermelho-Escuro, Vermelho-Amarelo, Bruno e Variação Una, antes do SiBCS (1999).

Tabela 1.1 - Variação da denominação dos Latossolos com horizonte húmico ao longo do tempo em diferentes sistemas de classificação de solos.

Sistema de Classificação	Nível	Classificação do Solo
Lev. de solos do Estado do Rio de Janeiro (Comissão de Solo, 1958)	Ordem (1o. Nível)	LATOSOL PRETO AMARELO
Lev. de solos do Estado de São Paulo (Comissão de Solos, 1960)	Ordem (1o. Nível)	LATOSOL VERMELHO AMARELO HÚMICO
MAPA DE SOLOS DO BRASIL (1981)	Ordem (1º. Nível)	LATOSSOLO HÚMICO
SiBCS (1999 e 2006)	Subgrupo (4º. Nível)	LATOSSOLO com horizonte A húmico
FAO(1974)	Subordem	HUMIC FERRALSOL (Fh)
FAO-WRB(1998)	Subordem	HUMIC FERRALSOL (Fh)
SOIL TAXONOMY (1975)	Subordem	HUMOX
SOIL TAXONOMY (1999, 2003)	Subgrupos "Humic"(4º. Nível) da ordem Oxisol	

Tabela 1.2 - Correspondência dos Latossolos com horizonte húmico entre os principais sistemas internacionais de classificação de solo

Sistema de Classificação	Classificação	Descrição
SiBCS (1999 e 2006)	Latossolo com A húmico	Latossolo que apresente horizonte A húmico, satisfazendo os critérios de cor, textura, profundidade e teor de carbono orgânico
FAO*(1974)	HUMIC FERRALSOLS (Fh)	Ferralsol que apresente saturação de bases inferior a 50% (NH ₄ OAc) no horizonte B dentro dos primeiros 100 cm, horizonte A úmbrico ou alto conteúdo de material orgânico no horizonte B, ou ambos
FAO-WRB** (1998)		
SOIL TAXONOMY (2003)	HUMIC EUTRAQUOX HUMIC HAPLAQUOX HUMIC ACROPEROX HUMIC EUTROPEROX HUMIC HAPLOPEROX	Oxisol com ~1,6 % (16 kg/m ²) ou mais de carbono orgânico dentro dos primeiros 100 cm do perfil

Os Latossolos representam uma parte considerável das terras agrícolas do Brasil. Ocorrem em todas as regiões brasileiras, ocupando cerca de 39% do território nacional (COELHO et al., 2002), em diferentes condições de clima, relevo e material de origem. Desta área, 0,3% corresponde a Latossolos com horizonte A húmico (Lh), que, em geral, são álicos e/ou distróficos (Mapa de Solos do Brasil - 1:5.000.000/EMBRAPA, 1981). Em termos de áreas contínuas e mapeáveis, este subgrupo de Latoasolo ocorre de forma mais expressiva em superfícies de erosão, sob clima ameno de altitude na divisa dos estados de Minas Gerais com Espírito Santo e Rio de Janeiro (região

Sudeste), e em clima subtropical úmido nas superfícies de cimeiras do Paraná e Santa Catarina (região Sul).

Com exceção dos trabalhos de Queiroz Neto e Castro (1974), Lepsch e Buol (1986) e Silva e Vidal Torrado (1999) pouco foi publicado sobre a gênese dos Lh no Brasil, principalmente sobre as razões do hiperdesenvolvimento do horizonte A húmico. A maioria dos estudos sobre a gênese desse solo conjectura que se deve tratar de um solo relictual, desenvolvido sob condições edafoclimáticas distintas das atuais (LEPSCH; BUOL, 1986; SILVA; VIDAL TORRADO, 1999). Presume-se que a compreensão dos mecanismos de acumulação e estabilização da matéria orgânica nesses solos pode contribuir para o melhor entendimento do ciclo do carbono bem como do potencial da MOS para seqüestrar e armazenar dióxido de carbono da atmosfera.

Evidências de mudanças climáticas e de vegetação são reportadas em distintas regiões do Brasil, desde o último período glacial. Os registros isotópicos no solo em pequenas áreas de vegetação natural e estudos polínicos identificaram, para a região Sudeste, uma vegetação composta predominantemente por plantas com ciclo fotossintético C₄, que estaria presente desde o Pleistoceno até o Holoceno Inferior e passou para uma vegetação com predomínio de plantas de ciclo C₃, no restante do Holoceno (PESSENDA et al., 1996a, b, 1998; De OLIVEIRA, 1992; BEHLING; LICHTER, 1997; BEHLING, 1997, 2002; GOUVEIA et al., 2002; SAIA et al., 2007).

Estudos polínicos do Sul do Brasil (BEHLING; LICHTER, 1997; BEHLING, 1997, 2002; BEHLING, BAUERMANN; NEVES, 1991) mostram que extensas áreas de vegetação de campos continuaram a dominar a paisagem das regiões mais elevadas do Sul do Brasil durante o Holoceno Inferior e início do Holoceno Médio, refletindo um clima mais seco que o atual (BEHLING, 2002; De OLIVEIRA et al., 2005). Ainda segundo esses autores, a expansão inicial da floresta de Araucária, encontrada atualmente na maioria das áreas de ocorrências de Latossolos Brunos com horizonte A húmico na região Sul, teria ocorrido por volta de 1.500-1.000 anos AP. Essas mudanças climáticas e de vegetação podem ter interferido na quantidade e qualidade da matéria orgânica adicionada ao solo, alterando as condições internas do mesmo (fauna, pH etc.) e alterando/minimizando a mineralização da MOS, o que teria favorecido a

estabilização e manutenção até os dias de hoje da significativa quantidade de matéria orgânica encontrada nos Lh.

Na maioria dos solos o ambiente é oxidante o que desfavorece a presença de grãos de pólem que poderiam servir de evidências para identificação de paleovegetação (ARGANT, 1990). Essa limitação favorece ao uso da análise de fitólitos que, sob condições normais, podem permanecer por longos períodos de tempo no solo (MULHOLLAND; RAPP Jr., 1992; STRÖMBERG, 2004). *Fitólitos*² ou *opala fitobiogênica* ou *silicofitólitos* são corpos de sílica opalina ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) produzidos por plantas ao longo de seus ciclos vegetativos (TWISS et al., 1969). Muitas famílias de plantas absorvem ácido monossilícico (H_4SiO_4) do solo, depositando-o, depois de polimerizado, dentro e entre células, na forma de corpos opalinos. Com a morte e decomposição das partes vegetais esses corpos são incorporados ao solo (PIPERNO, 2006). A maior parte dos fitólitos do solo possui dimensões semelhantes às da fração silte (THORN, 2004) e são muito úteis para prover informações sobre subfamílias de Poaceae (TWISS, 1992) e densidade de cobertura arbórea (ALEXANDRE et al., 1997a, b, 1999; BARBONI et al., 1999) que existiram em determinados solos. Sendo assim podem ajudar na reconstrução da história das paisagens e de climas pretéritos (ROVNER, 1971; TWISS, 2001) corroborando os estudos isotópicos e polínicos.

No Brasil, são poucos os trabalhos que consideraram a assembléia de fitólitos na reconstrução dos cenários paleoambientais. Destacam-se os trabalhos de Kondo e Iwasa (1981), Alexandre et al. (1999) e Borba-Roschel et al. (2006), realizados na Amazônia e em Minas Gerais, respectivamente. Eles encontraram resultados que se correlacionam muito bem com os vários estudos polínicos e isotópicos realizados nessas regiões.

Posto isto, considerando que o horizonte húmico é um importante reservatório natural de carbono e que é notável a grande carência de informações a respeito da geografia, dos fatores e dos processos de formação desse horizonte em Latossolos, a presente pesquisa foi realizada, visando:

² A palavra “*Phytolith*” em inglês e “*fitólito*” em português deriva do grego “Phyto=planta” e “*lithos*=pedra” e significa pedra produzida por plantas, atualmente denominada biomineral.

- i- Estudar os atributos físicos, químicos e macromorfológicos dos Lh de diferentes regiões do Brasil;
- ii- Investigar os Lh como registro das mudanças de vegetação e clima no Quaternário; e,
- iii- Estabelecer relações entre a evolução dos Lh e a evolução da paisagem onde se encontram.

Para isso procedeu-se a caracterização físico-química, a classificação pedológica, a abordagem geomorfológica e a geocronologia quaternária ($\delta^{13}\text{C}$, fitólito e ^{14}C), consideradas como importantes para a compreensão sistematizada dos fatores que determinaram a formação do horizonte húmico.

Referências

ARGANT, J. Climat et environnement au Quaternaire dans le Bassin du Rhône d'après les données palynologiques, **Documento do Laboratório de Geologia de Lyon**, Lyon, n.111, p.199, 1990.

ALEXANDRE, A.; MEUNIER, J.-D.; COLIN, F.; KOUD, J.-M. Plant impact on the biogeochemical cycle of silicon and related weathering processes. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, Nova York, v. 61, n. 3, p. 677-682, 1997a.

ALEXANDRE, A.; MEUNIER, J.-D.; LCZINE, A.-M.; VINCENS, A.; SCHWARTZ, D. A. Phytoliths: indicators of grassland dynamics during the late Holocene in intertropical Africa. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v. 136, p. 213-229, 1997b.

ALEXANDRE, A.; MEUNIER, J.-D. Late Holocene Phytolith and Carbon-Isotope Record from a Latosol at Salitre, South-Central Brazil. **Quaternary Research**, San Diego, v. 51, p. 187–194, 1999.

BARBONI, D.; BONNEFILLE, R.; ALEXANDRE, A.; MEUNIER, J. D. Phytoliths as paleoenvironmental indicators, West Side Middle Awash Valley, Ethiopia. **Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology**, Amsterdam, v. 152, p. 87–100, 1999.

BARBONI, D.; BREMOND, L.; BONNEFILLE, R. Comparative study of modern phytolith assemblages from inter-tropical Africa. **Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology**, Amsterdam, v. 246, p. 454–470, 2007.

BEHLING, H. Late Quaternary vegetation, climate and fire history in the Araucaria forest and campos region from Serra Campos Gerais (Paraná), S. Brazil. **Review of Paleobotany and Palynology**, Amsterdam, v.97, p. 109-121, 1997.

_____. South and southeast Brazilian grasslands during the Quaternary times: a synthesis. **Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology**, Amsterdam, v.177, p.19-27, 2002.

BEHLING, H., LICHTÉ, M., Evidence of dry and cold climatic conditions at glacial times in tropical Southeastern Brazil. San Diego. San Diego. **Quaternary Research**, San Diego, v. 48, p.348-358, 1997.

BEHLING, H.; BAUERMANN, S. G.; NEVES, P. C. Holocene environmental changes from the São Francisco de Paula region, southern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, Oxford, v. 14, p.631-639, 2001.

COELHO, M. R.; SANTOS, H. G. SILVA, E. F.; AGLIO, M. L. D. O Recurso Natural Solo In: **O Uso Agrícola dos Solos Brasileiros**. Org. MANZATTO, C. V.; FREITAS JÚNIOR, E; PERES, J. R. R. (Ed). Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, 2002.p. 1-11.

DE OLIVEIRA, P.E. **A palynological record of Late Quaternary vegetational and climatic change in southeastern Brazil**. PhD thesis. The Ohio State University, Columbus, Ohio, 238 pp. 1992.

DE OLIVEIRA, P.E.; BEHLING, H.; LEDRU, M-P.; BARBERI, M.; BUSH, M.;SALGADO-LABORAU, M.L.; GARCIA, M.J.; MEDEANIC, S.; BARTH,O.M.; BARROS, M. A.; SCHEEL-YBERT, R. Paleovegetação e Paleoclimas do Quaternário do Brasil. In.: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; De OLIVEIRA, P. E. (Org.) **Quaternário do Brasil** . Ribeirão Preto.Editora Holos – ABEQUA, 2005. p. 52-74.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; RJ: Embrapa Solos, 2006. 2ª. Ed. 306p.

FAO – **Soil map of de world**. 1:5000.000-Legend. Paris, UNESCO, 1974, V.1.

FAO-WRB. **World reference base for soil resources**. Report no. 84, Rome.1998

GOUVEIA, S.E.M.; PESSENDA, L.C.R.; ARAVENA, R.; BOULET, R.; SCHEEL-YBERT, R.; BENDASSOLLI, J.A.; RIBEIRO, A.S.; FREITAS, H.A. Carbon isotopes in charcoal and soils in studies of paleovegetation and climate changes during the late Pleistocene and the Holocene in the southeast and centerwest regions of Brazil. **Global and Planetary Change**, Amsterdam,v.33, p. 95–106, 2002.

KAMPF, N. KLAMT, E. Mineralogia e Gênese de LATOSSOLOS (Oxisols) e Solos Podzólicos da Região Nordeste do Planalto Sul-Riograndense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 2, p. 68-73, 1978.

KER, J.C. LATOSSOLOS do Brasil: uma revisão. **Revista Geonomos**, Belo Horizonte, v. 5, p.17-40, 1998.

LAL, R. The potential of soils of the tropics to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect. **Advances in Agronomy**, New York, v.76, p.1-30, 2002.

LEPSCH, I. F.; BUOL, S. W. Oxisol-landscape relationship in Brazil. In: **International Soil Classification Work Shop**, 13, Campinas. 1986. Part1: papers. Campinas: SNLCS/EMBRAPA, USA, University of Puerto Rico, p. 174-189, 1986.

Mapa de Solos do Brasil - 1:5.000.000/**EMBRAPA-SNLCS**,1981.

MULHOLLAND, S. C.; RAPP JR. G. **Phytolith Systematics. Emerging Issues**, **Advances in Archeological and Museum Science**. v.1, Plenum Press, 350, 1992.

NAKASHIMA, P. **Estudo das formações superficiais na área de Campinas - Viracopos (SP):**suas relações com a evolução geomorfológica e os solos. 1973. 149p.(Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1973.

PESSENDA, L. C. R.; VALENCIA, E. P. E.; MARTINELLI, L.A., CERRI, C.C. ¹⁴C measurements in tropical soil developed on basic rocks. **Radiocarbon**, New Haven, v.38, n. 2, p. 203–208, 1996a.

PESSENDA, L.C.R., ARAVENA, R., MELFI, A.J., BOULET, R. The use of carbon isotopes (C-13, C-14) in soil to evaluate vegetation changes during the Holocene in central Brazil. **Radiocarbon**, New Haven, v.38, n 2, p. 191–201,1996b.

PESSENDA, L.C.R., VALENCIA, E.P.E., ARAVENA, R., TELLES, E.C.C., BOULET,R. Paleoclimate studies in Brazil using carbon isotopes in soils. In: WASSERMAN, J.C., SILVA-FILHO, E., VILLAS-BOAS, R. (Eds.), **Environmental Geochemistry in the Tropics**. Springer, Berlin, p. 7–16, 1998.

QUEIROZ NETO, J. P.; CASTRO, S. S. Formações Superficiais e Latossolos Vermelho-Amarelo Húmico na Área de Bragança Paulista. Estado de São Paulo, Brasil. In: Congresso Brasileiro de Geologia 18, Porto Alegre, 1974. **Anais**. Porto Alegre: SBG, p.65-83, 1974.

ROVNER, I. Potential of opal Phytoliths for Use in Palaeoecological Reconstruction, **Quaternary Research**, San Diego, v. 1, n.3, p.345-359, 1971.

STRÖMBERG, C. A .E. Using phytolith assemblages to reconstruct the origin and spread of grass-dominated habitats in the great plains of North America during the late Eocene to early Miocene. **Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology**, Amsterdam, v. 207, p.239–275, 2004.

SAIA, S. E. M. G.; PESSENDA, L. C. R.; GOUVEIA, S. E. M.; ARAVENA, R.; BENDASSOLLI, J. A. Last glacial maximum (LGM) vegetation changes in the Atlantic Forest, southeastern Brazil. **Quaternary International**, Oxford (2007), doi:10.1016/j.quaint.2007.06.029.

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

SILVA, A. C. e VIDAL TORRADO, P. Gênese dos LATOSSOLOS Húmicos e sua relação com a evolução da paisagem numa área cratônica do sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, Viçosa, v.23, p.329-341, 1999.

SOIL SURVEY STAFF. **Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys**. USDA Soil Conservation Service Agricultural Handbook vol. 436, US Gov. Printing Office, Washington, DC. 1975.

SOIL SURVEY STAFF. **Soil taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys** 2nd ed. USDA Natural Resources Conservation Service Agricultural Handbook vol. 436, US Gov. Printing Office, Washington, DC. 1999.

SOIL SURVEY STAFF. **Keys to Soil Taxonomy**, 9th ed. United States Department of Agriculture, National Resources Conservation Service. Washington D.C. 2003

THORN, V. C. Phytolith evidence for C4-dominated grassland since the early Holocene at Long Pocket, northeast Queensland, Australia, **Quaternary Research**, San Diego, v. 61, p. 168–180, 2004.

TWISS, P. C. A cornudgeon's view of grass phytolithology. In: MEUNIER, J.D. and F. COLIN, F, Editors. **Phytoliths: Applications in earth sciences and human history**, Balkema, Amsterdam, p. 7–25, 2001.

2 CARACTERIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE LATOSSOLOS COM HORIZONTE A HÚMICO NO BRASIL

Resumo

No Brasil, os Latossolos com horizonte A húmicos (Lh) são encontrados nas regiões Sudeste e Sul, com menor ocorrência na região Nordeste, em diferentes condições ambientais, principalmente em topos elevados de remanescentes de antigas superfícies de erosão, provavelmente datando do fim do Terciário ao início do Pleistoceno. Com a finalidade de realizar um estudo exploratório das principais características e localização dos Lh no Brasil, anotaram-se dados bibliográficos de um conjunto de 39 perfis pertencentes às classes dos Latossolos Vermelhos (LV), Amarelos (LA), Vermelho-Amarelos (LVA) e Brunos (LB). Destes, 11 variáveis foram escolhidas para representarem atributos químicos e granulométricos do solo e do ambiente. Com essas variáveis realizaram-se análises estatísticas de componentes principais (ACP) e de agrupamento hierárquico (AHA) visando agrupar os mais similares. Essas análises indicaram que as variáveis clima, teor de argila e de carbono, espessura do A e relevo são os principais componentes de agrupamento desses solos. Três grupos de Latossolos com A húmico foram assim definidos: **G1** - LB e LV localizados na Região Sul (clima subtropical), com os mais altos teores de argila, de carbono orgânico e de Fe_2O_3 , e a espessura média menor do que as encontradas nas demais regiões; **G2** - LVA, LV e LA encontrados, predominantemente, na região Sudeste sempre associados a temperaturas mais baixas e com vegetação adaptada a clima de altitude (com valores intermediários de argila, de carbono e de mineralogia); **G3** - LVA e LA das regiões SE e NE, com horizonte húmico mais espesso, textura média a argilosa, os menores teores de carbono e mineralogia caulínica. A partir desses agrupamentos foram amostrados 30 pedons com horizonte A húmico representativos para fins de caracterização dos materiais de solo de seus horizontes. São solos muito ácidos, distróficos e muito evoluídos mineralogicamente. Apresentaram textura variando de muito argilosa a média. A espessura do horizonte A é maior e o teor de carbono orgânico é menor nos LVA e LA da região Sudeste. Na região Sul a espessura do A é menor (em média inferior a 100 cm) e o teor de carbono é o maior. Apresentaram descontinuidades litológicas na transição entre os horizontes AB/BA e entre alguns subhorizontes do A. Esses resultados indicaram que o clima, associado ao material de origem, tem participação importante na geografia e nos processos de formação do material de origem e dos horizontes pedogenéticos desses Latossolos. São solos predominantemente, poligenéticos. Os LVA predominam nos topos de remanescentes de superfícies geomorfológicas antigas (Sul-Americana e Velhas) na região Sudeste, os LA, em geral possuem A húmico mais espessos, são encontrados nos níveis mais elevados em superfícies intermediárias como a Depressão Periférica Paulista e os Tabuleiros Litorâneos/Zona da Mata do Nordeste e são os mais antigos. Os LB e LV encontrados nas superfícies de cimeira do Planalto Meridional associados predominantemente às rochas ígneas básicas, também apresentaram evidências de poligenia e são mais jovens que os dos demais grupos. Esse subgrupo de Latossolos, diante das evidências, pode ser considerado paleossolos relictuais.

Palavras-Chave: Latossolos; Horizonte A húmico; paleossolo relictual

Abstract**Characterization and distribution of Latosols with humic horizon in Brazil**

The occurrence of Latosols (well drained Oxisols) with overdeveloped humic A horizon (umbric epipedon) is poorly understood and the relationship between these soils and landscapes that they occupy could contribute for a better understanding of paleoclimatic register variation during the Quaternary. In Brazil, these soils are found in Southeast and South regions, with less occurrences in Northeast region, and also in different environment conditions, mainly in summits, remnants of ancient erosion surfaces, probably from tertiary-quaternary ages. An exploratory bibliographic survey of their geographic distribution in Brazil and main features was carried out. Data of 11 variables from published data on 39 soil profiles belonging to Red (RL), Yellow (YL), Yellow-red (YRL) and Brown (BL) Latosols. Principal component statistic analysis (PCA) and hierarchic grouping – cluster (AHA) were performed to split them into groups based on their similarities and differences. These analyses suggested that climate, clay and carbon contents, A horizon thickness and landscape variables are the main components grouping of these soils. Three humic A Oxisols groups were defined as follows: **G1** – encompassing the BL and RL from the Southern region (subtropical climate), with the highest clay, organic carbon and Fe_2O_3 contents, A humic horizons thinner than the ones found elsewhere ; **G2** – grouping the YRL, RL and YL from the Southeastern region, always associated to low temperatures and a vegetation adapted to colder altitude climate : an intermediary group as to clay and carbon contents and mineralogy assembly. **G3** – congregating YRL and YL from the SE and NE regions with the thickest humic horizon, texture ranging from loamy to clayey, less carbon than others and caulinitic-oxidic mineralogy. Based on these groups 30 soil profiles with A humic representative horizons were described and sampled for detailed characterization of their soil materials. They are very acid, dystrophic and highly weathered .. The texture ranged from very clayey to loamy. The A humic horizon thickness is larger in the YRL and YL from Southeast region and smaller, (<100 cm) in the RL and BL from the Southern region. They present lithological discontinuities mainly between the AB and BA horizons and sometimes also within the A subhorizons. These results suggested that climate associated to parental material, have important role in the geography and in the formation processes of their parental material and pedogenetic horizon of these Lh. They are mainly polygenetic soils. Most of YRL are located on remnants of ancient geomorphological surfaces (Sul-Americana and Velhas). The YL have thickest A humic and set upper lands in intermediary surfaces such as Depressão Periférica Paulista and Tabuleiros Litorâneos/Zona da Mata of Northeast and they are the oldest soils. The BL and RL found at meridional plateaus summit surface associated mainly to basic igneous rocks, also show polygenia evidences and they are younger than other groups. This later Latosol subgroup, in front of evidences, could be considered relic paleosoils. The humic horizons constitute an important register of Holocene climate change and that they should be considered as relic paleosoils.

Keywords: Latosols; Horizon A humic; Relic soil

2.1 Introdução

Os Latossolos são solos minerais evoluídos, altamente intemperizados, muitas vezes considerados como poligenéticos, mas pouco são os estudos sobre essa poligenia e as suas relações com a evolução da paisagem (MÜGGLER, 1998). A ocorrência de Latossolos com um horizonte A húmico (Lh) por vezes muito espesso (100-150 cm) e considerado hiperdesenvolvido, desperta ainda mais inquietudes a cerca de sua poligenia. A maioria dos estudos desse subgrupo de Latossolo conjectura um solo relictual, desenvolvido sob condições edafoclimáticas distintas das atuais uma vez que os seus adjacents, desenvolvidos em superfícies mais recentes, não possuem este horizonte (NAKASHIMA, 1973; QUEIROZ NETO; CASTRO, 1974; KAMPF; KLAMT, 1978; LEPSCH; BUOL, 1986; SILVA e VIDAL TORRADO, 1999).

Os LH são encontrados principalmente em topos elevados de remanescentes de antigas superfícies de erosão como são a Sul-Americana e a Velhas de King (1956), a Paleogênica e Neogênica de De Martonne (1940) e a Pd3 de Bigarella e Mousinho (1965), provavelmente de idades do fim do Terciário a início do Quaternário. Apresentam quantidade expressiva de fragmentos de carvão vegetal em profundidade e de carbono orgânico no horizonte A, não compatíveis com as condições climáticas atuais. Desta forma, o horizonte húmico em Latossolos pode ser visto como uma incongruência indicando se tratar de um registro de mudanças nas condições ambientais durante o Quaternário, quando o clima teria sido mais frio e mais seco (LEPSCH; BUOL, 1986).

Este estudo objetiva identificar: (i) as possíveis similaridades entre os fatores de formação desses solos por meio de análises multivariadas de componentes principais (ACP) e de agrupamento hierárquico (AHA); (ii) apresentar a distribuição geográfica e a caracterização física e química dos Latossolos com A húmico no território brasileiro.

Essas técnicas multivariadas têm sido utilizadas para identificar e quantificar as variações de solo de acordo com os diversos processos pedogenéticos ou para avaliar a fertilidade do solo (BEEBE; KOWALSKI, 1987; GOMES et al., 2004).

2.2 Desenvolvimento

2.2.1 Material e Métodos

2.2.1.1 Localização das áreas de estudo

As áreas estudadas estão localizadas em 20 municípios ao longo das regiões Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil, apresentados na figura 2.1.



Figura 2.1 - Localização das áreas de estudo no território brasileiro.

O clima dos locais de amostragem varia entre tropical de altitude no Sudeste, subtropical (mesotérmico brando) na região Sul e tropical úmido na zona da mata nordestina (IBGE, 2005a). A vegetação natural é representada por floresta tropical (NE e SE), cerrado de altitude (SE) e floresta subtropical perenifólia, subperenifólia e subtropical mista de araucária (S) (IBGE, 2005b).

O material de origem é diversificado e está representado por rochas do embasamento cristalino (gnaises, granitos, migmatitos, etc.), rochas sedimentares (argilitos, siltitos e sedimentos inconsolidados) e rochas efusivas básicas. Os Latossolos com horizonte húmico, classificados conforme Embrapa (2006) são os Vermelhos Distróficos (LVd) e Distroférricos (LVdf), Amarelos Distróficos (LAd), Vermelho-

Amarelos Distróficos (LVAd) e Brunos Distróficos e Ácricos (LB e LBw). Frequentemente, as descrições de solos coletados nesses locais, acusam a possibilidade do material de origem ser produto de retrabalhamento dessas rochas.

2.2.1.2 Banco de Dados

Foram utilizados dados de 39 perfis publicados em artigos, boletins, volumes do Projeto Radambrasil e teses (BRASIL, 1958; 1960; 1970; 1973;1981; 1983a, b, c, d; CAMARGO et al., 1998; CARVALHO et al., 1975; 1998; EMBRAPA, 1977;1978;1980a,b,c;1988; 1994;1998; 2002a,b,c,d; 2004a,b; GHIDIN et al., 2006a; OLIVEIRA 1975; 1999a, b; OLIVEIRA; MENK; ROTTA, 1979 a,b; SILVA, 1997; QUEIROZ NETO e CASTRO, 1974). Tais dados foram agrupados em um banco de dados (Tabela 2.1) e para cada variável analisada foi obtida a média aritmética do conjunto de subhorizontes do horizonte A húmico de cada perfil. O resultado foi disposto na forma de matriz, que foi submetida à análise estatística de Análise de Componentes Principais (PCA) e Análise de Agrupamento Hierárquico (AHA).

2.2.1.3 Análise Estatística Aplicada ao Banco de Dados

Empregou-se o programa estatístico SAS (SAS Institute, 2005) para realização de agrupamentos binários para definição dos grupos de acordo com o grau de similaridade apresentado entre as amostras (BEEBE; KOWALSKI, 1987). Foram utilizados comandos PROC PRINCOMP e PROC CLUSTER – método de Ward, respectivamente para Análise de Componentes Principais (PCA) e Análise de Agrupamento Hierárquico (AHA).

2.2.1.4 Descrição e Coleta

Para caracterização e classificação mais detalhadas dos LH foram descritos e amostrados 30 perfis representativos das regiões S, SE e NE do Brasil (Figura 2.1). Os locais foram selecionados a partir dos agrupamentos definidos pela análise do banco de dados (Tabela 2.2). Os perfis amostrados foram descritos conforme Santos et al. (2005) e classificados até o quarto nível categórico conforme Embrapa (2006).

Tabela 2.1 - Dados do horizonte A húmico obtidos em publicações e usados para análise de Agrupamentos e de Componentes Principais.

Solo ¹ / Perfil	Cidade /Estado	Altitude (m)	Relevo ² -----tipo-----	Clima ³ -----tipo-----	Rocha ⁴	Espessura do A (cm)	Argila	Corg	Fe	Al ³⁺ cmol.c.kg ⁻¹	Ki	pH ⁵	Continua
													-----g.kg ⁻¹ -----
LA_1	Pau D'Alho/PE	160	1	1	3	130	343	9.0	2.4	0.7	1.8	4.6	
LA_2	S. J. dos Calçados/ES	600	5	2	6	156	563	13.2	10.1	1.3	1.1	4.8	
LVA_3	S. Leopoldina /ES	1060	6	3	6	125	540	30.7	16.0	0.5	0.7	5.1	
LVA_4	S. J. dos Calçados/ES	600	3	4	5	156	563	13.2	7.0	1.3	1.1	4.8	
LVA_5	S. J. dos Calçados/ES	550	4	4	5	180	460	21.8	9.2	1.3	0.7	5.0	
LA_6	Manhuaçu/MG	850	6	4	8	60	587	42.9	10.3	2.1	1.3	4.7	
LA_7	Abre Campo/MG	750	4	4	8	115	433	19.1	9.1	2.1	1.4	4.3	
LA_8	Luizburgo/MG	805	7	4	6	60	640	21.0	13.6	2.1	1.2	4.7	
LVA_9	Cristina/MG	1260	6	4	6	100	510	17.9	8.5	1.9	1.6	4.9	
LA_10	Garanhuns/PE	860	2	1	9	145	257	9.8	3.9	1.2	1.8	4.6	
LA_11	Nova Friburgo/RJ	920	6	4	10	140	514	25.0	10.5	3.7	1.4	4.4	
LV_12	Cunha/SP	1050	4	3	6	100	200	20.3	2.3	0.3	2.0	5.2	
LV_13	Nova Lima/MG	1200	3	4	6	115	366	15.6	61.3	0.04	0.1	5.7	
LA_14	Mogi Iguaçu/SP	690	1	3	2	260	335	13.7	3.9	1.6	1.8	4.7	
LVA_15	Atibaia/SP	840	3	4	9	210	554	24.7	7.2	4.4	1.6	4.5	
LV_17	Faxinal/PR	780	1	5	4	95	750	24.6	18.4	2.3	1.0	5.0	
LVA_21	Bragança Paulista/SP	860	4	3	6	155	555	24.2	8.5	2.2	1.4	4.7	
LVA_22	Campinas/SP	720	3	3	9	240	507.5	19.3	8.4	1.8	1.2	4.5	
LV_24	Atibaia/SP	817	3	5	9	155	603	21.1	8.5	2.5	1.8	4.9	
LB_25	PR	1100		5	4	80	773	19.3	21.7	3.1	1.6	4.6	

¹ Embrapa (2006): LV- Latossolo Vermelho; LVA- Latossolo Vermelho-Amarelo; LA- Latossolo Amarelo; LB- Latossolo Bruno .

² Fase de Relevo: 1-plano, 2-suave ondulado, 3 ondulado , 4- ondulado à forte ondulado, 5- forte ondulado, 6- forte ondulado a montanhoso, 7- montanhoso.

³ Clima: 1- Tropical (chuvas no verão), 2- subtropical úmido, 3- temperado úmido, 4 subtropical (chuvas no verão), 5- temperado (chuvas no verão), 6 – temperado mediterrâneo, 7- tropical (chuvas no inverno), 8- subtropical , 9 equatorial úmido

⁴ Tipos de rochas: rocha:sedimentar : 1-arenito, 2- siltito, 3-argilito; ígnea :4-básica, 5-ácida, 12- intermediária; metamórfica: 6- gnaisse, 7- quartzito, 8- charnokito, 10- migmatito, 11 – granulito; 9- material de capeamento.

⁵ A média foi determinada a partir da atividade do H⁺ [-log(H⁺)] e depois transformada para valores de pH.

Tabela 2.1 - Dados do horizonte A húmico obtidos em publicações e usados para análise de Agrupamentos e de Componentes Principais

Solo ¹ / Perfil	Cidade /Estado	Alt. (m)	Relevo ² -----tipo-----	Clima ³	Rochas ⁴	Espessura do A (cm)	Argila	Corg	Fe	Conclusão.		
										Al ³⁺ cmol.c.kg ⁻¹	Ki	pH ⁵
LV_26	PR	910	2	5	4	81	540	38.1	6.8	4.6	1.1	4.6
LV_28	MG	1260	7	4	6	160	430	23.4	7.8	2.3	1.3	5.1
LA_30	Manhuaçu/MG	850	5	2	8	60	587	42.9	10.3	2.1	1.3	4.7
LV_39	São Domingos/SC	690	1	6	4	70	750	20.9	26.3	3.0	2.0	4.7
LB_40	Abelardo Luz/SC	851	1	6	4	70	800	28.6	17.5	2.5	1.8	4.8
LV_42	Três Barras/SC	825	1	6	3	56	860	41.6	12.4	5.0	1.5	4.0
LV_43	Chapecó/SC	614	1	6	4	65	800	30.3	15.7	4.8	1.9	4.0
LB_44	Campos Novos/SC	542	1	6	4	37	785	27.2	19.5	2.8	1.7	4.3
LV_48	Paty do Alferes/RJ	663	4	4	10	95	590	27.3	6.7	3.0	1.3	4.1
LV_50	Teresópolis/RJ	312	3	4	5	150	490	13.6	4.8	1.7	1.4	4.9
LVA_53	Crato/CE	870	1	2	1	105	393	19.2	5.3	2.0	1.5	4.9
LV_59	Lagoa Vermelha/RS	720	2	6	4	50	720	16.9	21.8	4.1	2.1	5.0
LVA_64	Santa Margarida/MG	890	3	4	6	50	700	37.9	10.85	3.1	1.5	4.1
LB_69	Abelardo Luz/SC	850	1	6	4	70	800	28.6	17.5	2.5	1.8	4.8
LV_70	São Domingos/SC	770	1	6	4	70	750	20.9	26.3	1.5	2.0	4.7
LV_71	Chapecó/SC	620	1	6	4	65	800	30.3	15.7	4.8	1.9	4.1
LB_82	Irinópolis/SC	780	1	6	2	82	515	23.8	7.8	2.6	2.2	4.5
LV_83	Três Barras/SC	810	1	6	3	56	860	41.6	12.4	5.0	1.5	4.0
LB_85	São Domingos/SC	800	2	6	4	60	785	2.6	13.9	4.2	1.7	4.9

¹ Embrapa (2006): LV- Latossolo Vermelho; LVA- Latossolo Vermelho-Amarelo; LA- Latossolo Amarelo; LB- Latossolo Bruno.

² Fase de Relevo: 1-plano, 2-suave ondulado, 3-ondulado, 4-ondulado à forte ondulado, 5-forte ondulado, 6-forte ondulado a montanhoso, 7-montanhoso.

³ Clima: 1-tropical (chuvas no verão), 2-subtropical úmido, 3-temperado úmido, 4 subtropical (chuvas no verão), 5-temperado (chuvas no verão), 6-temperado mediterrâneo, 7-tropical (chuvas no inverno), 8-subtropical, 9-equatorial úmido

⁴ Rocha: Sedimentar: 1-arenito, 2-siltito, 3-argilito; Ígnea :4-básica, 5-ácida, 12-intermediária; Metamórfica: 6-gnaiss, 7-quartzito, 8-charnokito, 10-migmatito, 11-granulito; 9-Material de capeamento.

⁵ A média foi determinada a partir da atividade do H⁺ [-log(H⁺)] e depois transformada para valores de pH.

Tabela 2.2 - Localização e classificação dos solos, representativos de cada grupo estatístico que foram amostrados.

Perfil	Município/ Estado	Classificação	Textura*	Material de Origem	Alt. (m)**
Grupo 1 – Região Sul					
P16	Xanxerê/SC	LB Distrófico rúbico A húmico			811
P17	Abelardo Luz/SC	LB Distrófico rúbico A húmico			632
P18	Chapecó/S C	LV Distrófico húmico	ma	Basalto (Fm. Serra Geral)	821
P19					821
P20	Guarapuava /PR	LB Distrófico rúbico A húmico			1099
P21		LVA Ácrico húmico			1062
P22	Castro/PR	LB Distrófico típico A húmico			1046
P23		LV Ácrico húmico	a	Granito (Pré-Cambriano)	993
P24					1013
P25		LV Distrófico húmico			
P26	Ponta Grossa/PR	LB Distrófico rúbico húmico	ma	Folhelho Ponta Grossa (Devoniano)	
Grupo 2 – Região Sudeste					
P1	Piracicaba/ SP	LA Eutrófico típico A húmico	med	Arenito (Fm. Pirambóia – Carbonífero/Permiano)	
P2					
P3	Machado/M G	LVA Distrófico húmico		Gnaiss/Granulito (Complexo Guaxupé – Arqueano)	1155
P4					1148
P6	Bragança Paulista/SP			Granito (Pré-Cambriano)	870
P7	Paty do Alferes/RJ		a	Migmatito (Pré-Cambriano)	829
P8	Nova Friburgo/RJ			Gnaiss (Pré-Cambriano)	847
P10	Manhuaçu/ MG	LA Distrófico húmico		Charnokitos (Pré-Cambriano)	893
P11					876
P12	Guaratinguetá/SP			Granitóides (Pré-Cambriano)	1067
P15	Atibaia/SP			Granito/Gnaiss (Pré-Cambriano) e Pedissedimentos	
P28	Lavras/MG	LV Distrófico húmico	ma	Gnaiss-Granito melonocrático (Pré-Cambriano)	600
P30				Salinas/MG	Sedimentos Cenozóicos com contribuição de Filitos e Xistos do Grupo Macaúbas (Neoproterozóico)
Grupo 3 – Regiões Sudeste e Nordeste					
P5	Campinas/S P	LA Distrófico húmico gigante	a	Arenitos e Sedimentos Neoceno-zóico – Fm. Rio Claro	660
P9	Gaçuí/ES	LA Distrófico húmico			
P13	Sumaré/SP	LVA Distrófico húmico	ma	Arenitos e Sedimentos Neoceno-zóico – Fm. Rio Claro	700
P14					770
P29	Pau D'Alho/PE	LA Distrófico húmico	a	Fm. Barreiras (Terciário)	143

* ma: muito argilosa; a: argilosa; med:média; **Altitude determinada em GPS

2.2.1.5 Análises Químicas e Físicas de Rotina

2.2.1.5.1 Banco de Dados

Os dados referentes às análises químicas e físicas dos solos que compõem o banco de dados foram padronizados em termos de unidades. Os métodos estão descritos nas publicações consultadas.

2.2.1.5.2 Perfis amostrados

Após a separação e a quantificação de calhaus e cascalhos, foram determinadas, na TFSA: granulometria, pH em água e em KCl 1N, cátions trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Al^{3+}), acidez extraíveis (H^+ + Al^{3+}), carbono orgânico e total, N total, e teor de óxidos da fração fina (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 e TiO_2), nos laboratórios do Departamento de Ciência do Solo – ESALQ/USP em Piracicaba (SP), de acordo com os métodos constantes em Embrapa (1997).

A densidade de partículas foi determinada na TFSA moída (com réplicas) em um picnômetro *Micromeritics – AccusPyc 1330* no Laboratório de Edafologia e Biologia Ambiental da Universidade de Santiago de Compostela/Espanha. A densidade do solo determinada pelo método do anel volumétrico, com réplicas, no Laboratório de Física do Solo - ESALQ/USP em Piracicaba (SP).

2.2.1.6 Análise de Elementos Totais

Os elementos traços foram determinados em amostras de TFSA moída no laboratório afeto à Rede de Infraestruturas de Apoio à Investigação e ao Desenvolvimento Tecnológico (RIAIDT) da Universidade de Santiago de Compostela/Espanha, por meio de Fluorescência de Raios-X (FRX), com fonte emissora (tubo selado) de 2.2 Kw com anodo de Molibdênio e emissão de energia com comprimento de onda $\lambda = 1.72 \text{ \AA}$. Os elementos maiores foram determinados por meio de FRX a vácuo, em um aparelho que contém um tubo emissor com anodo primário de Prata, e um secundário de Fe/Cu/Rh/Pg, no mesmo laboratório.

2.2.2 Resultados e Discussão

2.2.2.1 Distribuição Geográfica e Caracterização dos Latossolos Com Horizonte A Húmico

Os solos que compõem o banco de dados ocorrem predominantemente em altitude superior a 800 metros, variando de 600 a 1.260 metros de altitude, a única exceção é um perfil, localizado na zona da mata nordestina (Pau D'Alho – PE), situado a 160 metros de altitude. A textura do horizonte húmico varia de média a muito argilosa, com teores de argila entre 200 e 860 g.kg⁻¹ (Tabela 2.3).

Tabela 2.3 - Estatística descritiva das variáveis relacionadas com a formação do horizonte A húmico em Latossolos para as 39 amostras analisadas

Variável	Média	Moda	Desvio		
			Padrão	Mínimo	Máximo
Altitude (m)	797,4	850	220,4	160	1.260
Relevo	2,9	1	1,9	1	7
Clima	4,3	4	1,5	1	6
Geologia	5,4	4	2,3	1	10
Espessura (cm)	108,4	60	54,1	37	260
Argila (g.kg ⁻¹)	590	800	172,4	200	860
Alumínio Trocável (Cmol.g ⁻¹)	2,5	2,1	1,3	0	5,0
C- orgânico (g.kg ⁻¹)	23,6	13,2	9,7	2	42,0
Óxido de Ferro (%)	12,8	8,5	10,1	2,3	61,0
Ki	1,5	1,8	0,4	0,1	2,2
pH*		4,9	4,73	3,95	5,73

*A média foi determinada a partir da atividade do H⁺ [-log(H⁺)] e depois transformada para valores de pH

A espessura do horizonte A varia de 37 a 260, sendo a média é de 108,4 cm e indica horizonte húmico hiperdesenvolvido. O teor de carbono orgânico de 2,6 a 42,9 g kg⁻¹ (média de 23,64 g kg⁻¹) indicando significativa acumulação e distribuição de carbono orgânico com diminuição progressiva em profundidade, padrão típico para solos de regiões tropicais e subtropicais (PARTON et al., 1987). O valor médio de 1,49, para razão molecular SiO₂/Al₂O₃ (índice Ki), que permite inferir sobre o grau de evolução mineralógica do solo indica se tratar de solos, predominantemente, cauliniticos (Tabela 2.3). A análise de agrupamento hierárquico definiu três grupos (Figura 2.2), a saber:

- Grupo 1 (**G1**): composto por solos encontrados Região Sul, representados por Latossolos Brunos Distróféricos (LBd), Vermelhos Distróféricos (LVd) e Vermelhos Distróféricos (LVdf). Apresentam os mais altos teores de argila, de carbono orgânico e de Fe_2O_3 , e a espessura média menor do que as encontradas nas demais regiões. Os valores K_i (média de 1,0) e K_r (média de 0,77) indicam mineralogia caulinitica com predomínio de caulinita e óxidos de ferro com presença de gibbsita.

- Grupo 2 (**G2**): formado por Latossolos Vermelho-Amarelos Distróféricos (LVAd), Vermelhos Distróféricos (LVd) e Amarelos Distróféricos (LAd), encontrados, predominantemente, na região Sudeste, sempre associados a temperaturas mais baixas e com vegetação adaptada a clima de altitude. Caracteriza um grupo intermediário em termos de teor de argila, de carbono e de mineralogia.

- Grupo 3 (**G3**): reúne os Latossolos Vermelho-Amarelos Distróféricos (LVAd) e Amarelos Distróféricos (LAd), que ocorrem nas regiões SE e NE, com horizonte húmico mais espesso. Apresenta textura que varia de média a argilosa e os menores teores de carbono, porém bem distribuídos em profundidade. Os valores K_i (média de 1,6) e K_r (média de 1,22) indicam mineralogias cauliniticas e oxídicas com presença de gibbsita.

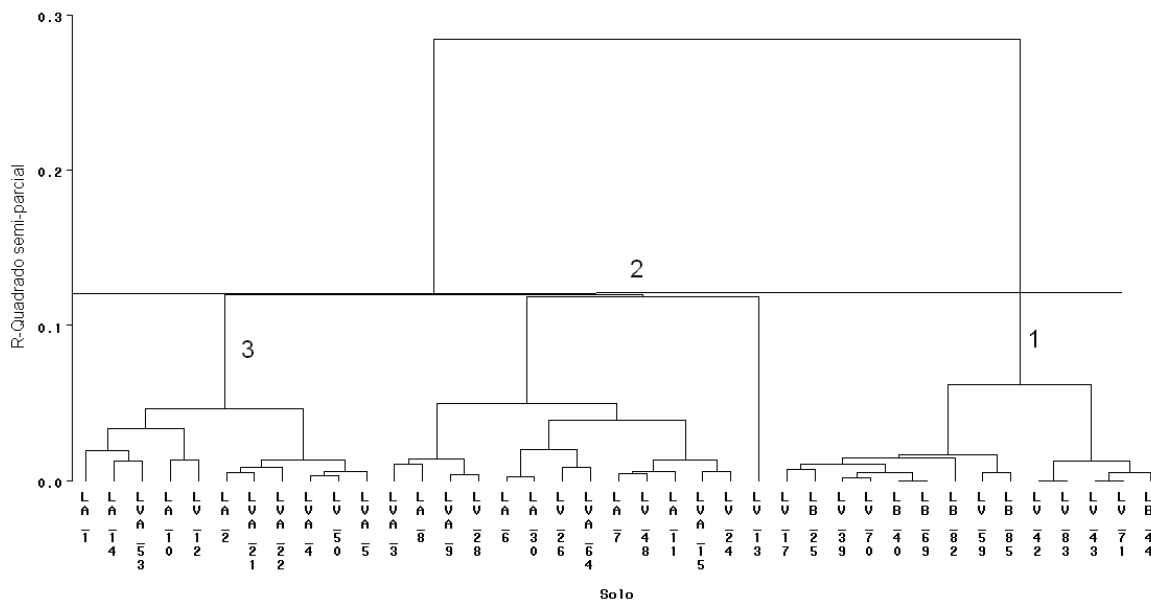


Figura 2.2 - Análise de Agrupamento Hierárquico (PCA) – Método Ward - para variáveis relacionadas com atributos físicos, químicos e características ambientais em Lh.

A PCA explica os agrupamentos por meio das quatro primeiras componentes, que representam 78,25% da variância entre os dados analisados (Figura 2.3). O modelo

que melhor explica os agrupamentos é aquele definido pela PCA-Eixo1 pela PCA-Eixo2. A PCA-Eixo 1 indica que 37% da variância total entre as amostras são definidas pelas variáveis clima, argila e alumínio (quadrante positivo) e relevo, geologia e espessura (quadrante negativo). Esse eixo representa a influência dos vetores dinâmicos da pedogênese (JOHNSON; KELLER; ROCKWELL, 1990) e diferencia o Grupo 1 dos demais grupos. A PCA-Eixo 2 (18% da variância) é definida pelas variáveis altitude, relevo, carbono orgânico e óxido de ferro (campo positivo) e espessura, alumínio trocável e Ki (campo negativo), representando os efeitos dos vetores passivos (JOHNSON; KELLER; ROCKWELL, 1990) que distingue os perfis entre os Grupos 2 e 3 (Figura 2.3).

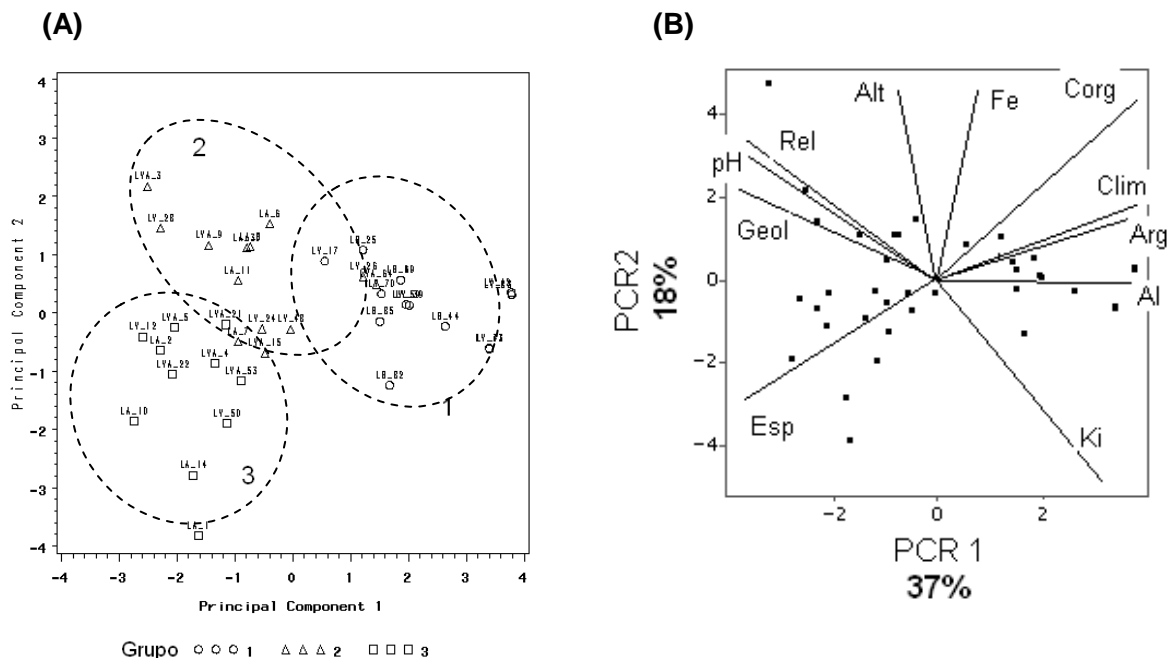


Figura 2.3 - Análise de componentes principais de variáveis relacionadas com formação do horizonte A húmico em Latossolos. (A) Plano de elipses e dispersão de pontos dos grupos de perfis de solos. Pontos com os códigos de cada perfil. Elipses: 1 = solos de textura muito argilosa meso a férricos; 2 = solos de textura argilosa, mesoférricos; 3 = solos de textura média a argilosa, hipoférricos. (B) Gráfico de autovetores das variáveis. PCR= Regressão da componente principal.

2.2.2.1.1 Planalto Meridional (Planaltos e Chapadas monoclinais) – Grupo 1

Atualmente, os Lh do Sul são encontrados, predominantemente em áreas onde a vegetação natural do tipo Floresta Subtropical Úmida e Subtropical Mista com

Araucária (Figura 2.4), e por vezes sob vegetação de campo. Quase sempre estão em áreas de temperatura média anual inferior a 18°C e com chuvas bem distribuídas ao longo do ano, com média anual superior a 1.200 mm.

São encontrados em alguns topos de morros situados entre 600 e 1.200 metros de altitude (EMBRAPA, 1984; 2002a), que podem corresponder a remanescentes das superfícies de aplainamento Pd3 e da Pd2 descritas por Bigarella e Mousinho (1965). Vários autores consideraram a superfície de cimeira Pd3 como Cretácea, relacionada a deposição das camadas do Grupo Bauru (JUSTUS, 1985), mas Bigarella, Mousinho e Silva (1965) lhe atribuíram idade Oligocênica (BIGARELLA et al., 2007).

Visando uma caracterização detalhada e a verificação da hipótese de coluvionamento na gênese do horizonte húmico, para este grupo foram amostrados 11 pedons de Lh (Tabela 2.2) situados em três posições topográficas: topos de interflúvios longos e planos, média vertente e em fundo de vale.

Esses solos apresentam um A húmico com textura argilosa a muito argilosa (>550 g.kg⁻¹ de argila – Tabela 2.4), elevado teor de carbono orgânico (> 40 g.kg⁻¹ – Tabela 2.5), até 80-90 cm de profundidade (Figura 2.5) e a menor espessura média entre os três grupos (98,64 cm).

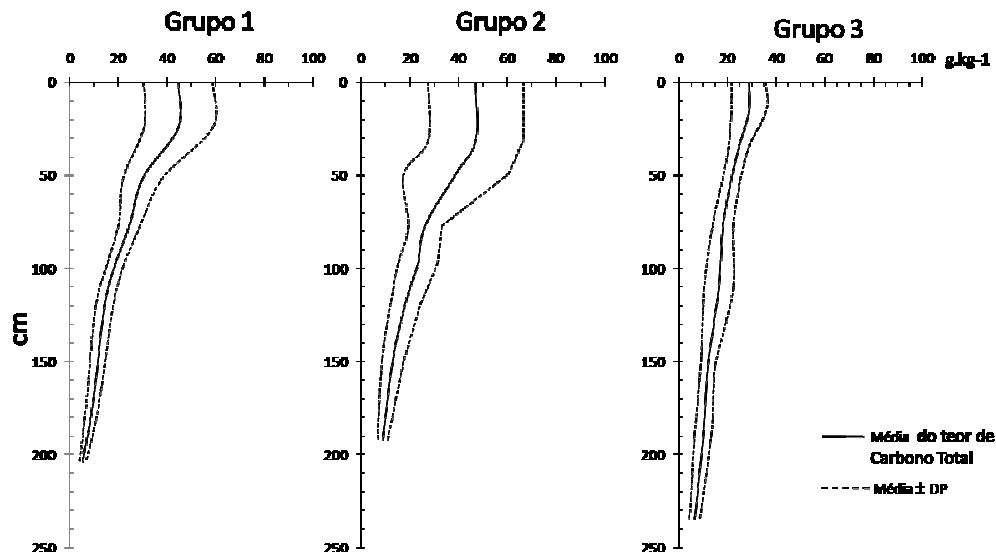


Figura 2.5 - Distribuição das médias dos teores médio de carbono total dentro dos três agrupamentos (Grupo 1-região Sul, Grupo 2 – Sudeste e Grupo 3- Sudeste e Nordeste) estudados.

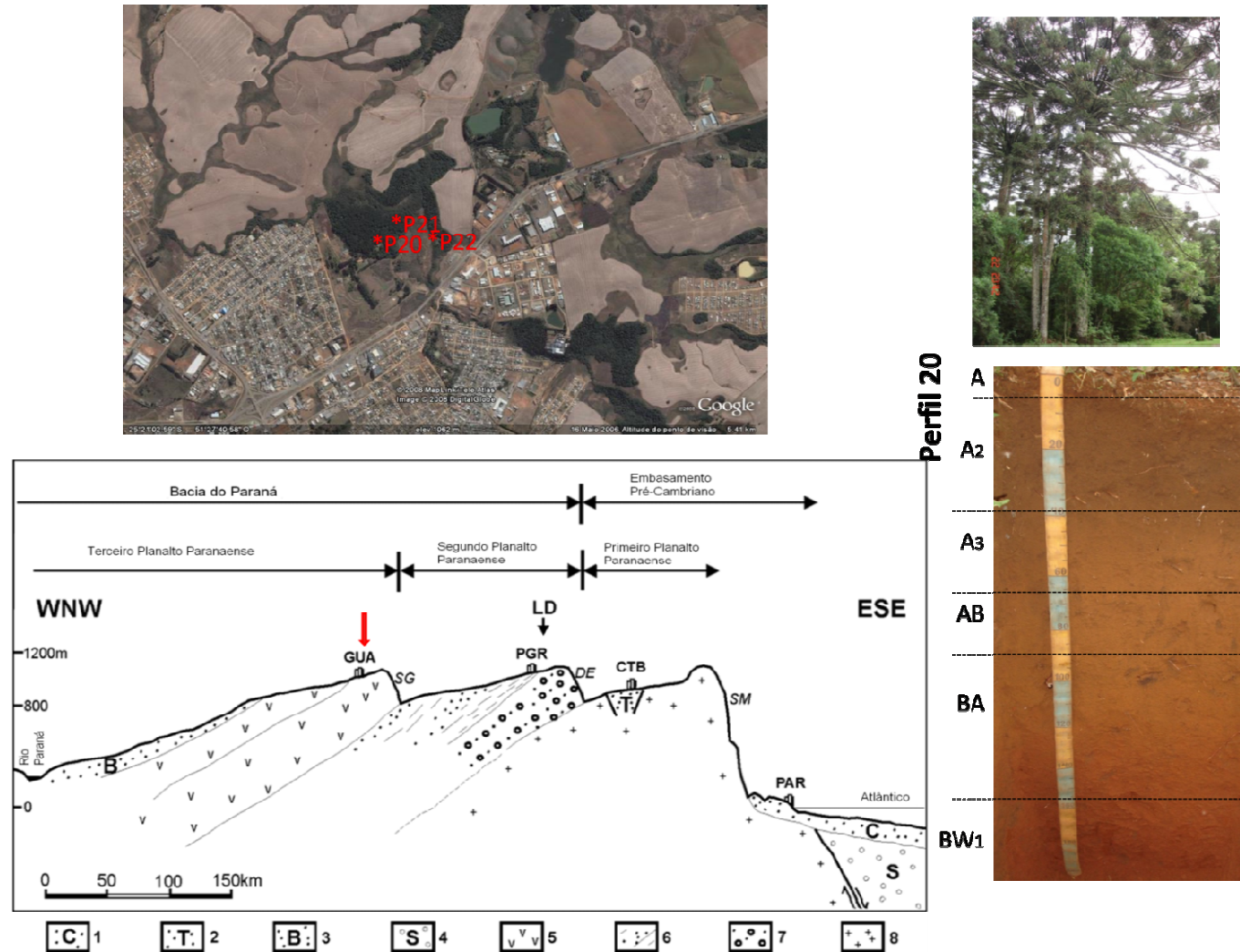


Figura 2.4 - Área de Latossolo com horizonte A húmico em Guarapuava, PR. Perfil esquemático mostrando a estrutura geológica e o relevo do Estado do Paraná. Modificado de Melo et al. (2003). PAR, CTB, PGR e GUA: cidades de Paranaguá, Curitiba, Ponta Grossa e Guarapuava; SM, DE e SG: Serra do Mar, Escarpa Devoniana e Serra Geral, respectivamente. 1: Sedimentos Cenozóicos; 2: Sedimentos Terciários da Bacia de Curitiba; 3: Rocha Sedimentar Mesozóica do Grupo Bauru; 4: Rocha Sedimentar Mesozóica da Bacia de Santos; 5: Derrames de lavas Mesozóicos; 6: Rocha Sedimentar Permo-Carbonífera da Bacia do Paraná; 7: Rocha Sedimentar Devoniana da Formação Furnas; 8: Embasamento Proterozóico.

Os solos deste grupo são os que apresentam os maiores valores de soma de bases e de saturação por bases, denotando menor ação do processo de lixiviação (Tabela 2.5). São solos ácidos e o pH em água é sempre maior que o pH em KCl, indicando que todos os A húmicos possuem balanço de cargas negativo (RAIJ; PEECH, 1972).

Tabela 2.4 - Valor médio e desvio padrão dos principais atributos físicos dos solos do Grupo 1 – região Sul

Horiz.	Prof. (cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Silte/Argila	Ds	Dp	
		2-0,2mm	0,2-0,05 mm	0,02-0,002 mm	<0,002 mm				
		-----g.kg ⁻¹ -----							
A (Ap)	M	243	42,1	110,1	273,8	574	0,5	0,9	2,5
	DP	9,9	63,1	112,8	81,9	105	0,1	0,3	0,1
A2	M	51,1	36,6	82,7	264,2	616,5	0,4	0,9	2,5
	DP	12,1	57,3	99,8	71,2	98,7	0,1	0,2	0,1
A3	M	77	11,4	38,6	286,1	663,9	0,4	0,9	2,6
	DP	15	6,8	6,3	53,2	56,2	0,1	0,1	0,1
AB	M	98,6	30,6	79,6	260,2	629,6	0,4	0,9	2,6
	DP	16,6	44,5	105	80,8	103	0,1	0,2	0,1
BA	M	120,5	31,1	76,5	250,4	642	0,4	0,9	2,6
	DP	15,6	46,6	97,2	85,3	99,7	0,1	0,1	0,1
Bw1	M	173,2	31,6	77,2	242,9	648,1	0,4	1,1	2,6
	DP	14,4	47,8	93,4	77,8	98,5	0,1	0,2	0,1
Bw2	M	203,9	39,7	95,6	216,3	648,3	0,3	1,1	2,6
	DP	4,2	57	103,4	89,6	117,7	0,2	0,2	0,2

M- Média aritmética; DP- Desvio Padrão.

Os Lh do Grupo 1 demonstram uma distribuição condicionada pelo clima subtropical e localização em topos das superfícies regionais mais elevadas. O espessamento do horizonte húmico estaria relacionado à estabilidade dos setores de topo, preservados dos processos morfogenéticos que atuaram, desde o final do Terciário em ciclos de equilíbrio das vertentes (STOOPS; BUOL, 1985; LEPSCH; BUOL, 1986).

Tabela 2.5 - Valor médio e desvio padrão dos principais atributos químicos dos solos do Grupo 1 – Região Sul

		pH*		Complexo Sortivo ($\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$)			Valor V	Valor m	Carbono ($\text{g}.\text{kg}^{-1}$)		N	Ataque Sulfúrico -----($\text{g}.\text{kg}^{-1}$)-----					
		H2O	KCl	Valor S	Al ³⁺	Valor T	-----%-----	Org	Total	g.kg ⁻¹	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Ki	Kr	
		A (Ap)	M	4,5	4,1	4,5	2,6	12,6	27,4	50,7	32,4	44,7	2,9	nd	nd	nd	nd
	DP			7,0	2,3	7,0	28,2	38,6	10,6	14,1	1,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd
A2	M	4,7	4,1	1,4	2,7	8,6	16,9	63,2	21,5	30,3	2,3	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	DP			1,6	2,0	1,6	18,3	34,9	6,6	8,1	2,6	nd	nd	nd	nd	nd	nd
A3	M	4,5	4,0	1,0	3,3	8,5	10,5	75,8	18,0	24,6	2,5	13,4	28,4	13,2	1,5	0,8	0,6
	DP			1,5	1,8	1,6	14,2	29,0	3,7	4,4	3,3	3,8	1,1	2,6	0,9	0,3	0,2
AB	M	4,7	4,1	0,8	2,2	6,7	12,1	67,9	14,7	18,9	1,6	15,9	23,8	11,4	1,4	1,1	0,9
	DP			0,9	1,7	1,2	13,6	31,7	2,4	3,6	2,5	6,3	3,8	4,2	0,9	0,4	0,3
BA	M	4,8	4,3	0,5	1,6	5,1	9,6	66,6	12,0	14,3	1,7	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	DP			0,5	1,3	1,2	9,8	32,7	3,3	3,6	3,6	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Bw ₁	M	4,9	4,4	0,2	1,0	3,7	7,3	61,3	7,9	9,4	2,3	15,1	29,5	12,1	1,3	0,9	0,7
	DP			0,2	1,0	1,0	7,4	36,8	1,9	2,7	2,7	1,8	1,9	3,3	0,6	0,2	0,2
Bw ₂	M	4,9	4,4	0,2	0,8	3,0	7,6	65,0	4,7	5,4	1,8	17,6	24,3	12,3	1,8	1,2	0,9
	DP			0,2	0,7	0,7	8,4	38,6	1,0	1,3	2,8	6,8	2,9	4,7	0,7	0,4	0,3

*A média foi determinada a partir da atividade do H⁺ [-log(H⁺)] e depois transformada para valores de pH.
M- Média aritmética; DP- Desvio Padrão

Os Latossolos Brunos Distróficos (LBd) e os Ácricos (LBw), assim como os Vermelhos Distroféricos (LVdf), todos de textura muito argilosa (Apêndice A), estão associados à condição mais fria e mais úmida das partes mais elevadas (800-1.200 m.) vegetação original de campos intercalados com Floresta Mista com Araucária e são formados a partir da alteração dos basaltos (Fm. Serra Geral/Cretáceo) (BRASIL, 1973, 1986; ALMEIDA, TORRENT; BARRÓN,2003).

Os Vermelhos Distróficos (LVd) muito argilosos e os Vermelho-Amarelos Distróficos (LVAf) argilosos (Apêndice A) são formados a partir de basaltos, de folhelhos (Fm. Ponta Grossa) e de granitos pré-cambrianos. Estão associados, respectivamente, a condições de clima ligeiramente mais quente sob Floresta Subtropical, predominantemente em topos e meias vertentes entre 600 e 800 metros, em superfícies que, no contexto regional, correspondem às intermediárias (BRASIL, 1973, 1986; ALMEIDA; TORRENT; BARRÓN,2003), que podem ter sofrido retrabalhamento ao longo de alguns de seus segmentos.

As relações entre os elementos Titânio e Zircônio (Ti/Zr), que são considerados pouco móveis, e muito resistentes ao intemperismo, constituindo-se bons elementos-índices indicadores de homogeneidade/descontinuidade de materiais de origem (DRESS; WILDING, 1973; DEMATTÊ, 1978; KOBATA-PENDIA; PENDIA,1987). Estas relações mostraram-se uniformes em profundidade, com coeficientes de variação (CV) muito baixos no P20 (Guarapuava – PR) (Figura 2.6), uma indicação de desenvolvimento autóctone e/ou filiação uniforme com o material similar ao subjacente, o basalto. No P16 (Xanxerê - SC) constatou-se um CV de 73% entre o Bw1 e Bw2 (Figura 2.6), o que indica uma possível descontinuidade litológica (DRESS; WILDING, 1973; DEMATTÊ, 1978; SILVA et al., 2004). Contudo, Demattê (1978) destaca que é necessário ter cautela na utilização das relações Ti/Zr, porque os minerais que Ti, sob condições tropicais, são mais instáveis e solúveis do que aqueles que contêm Zr.

Na distribuição desses dois elementos em alguns dos perfis da região Sul (Figura 2.7), observa-se que o Ti apresentou significativas variações ao longo do perfil e acúmulo nos horizontes superficiais somente no P16. Neste caso parece que o Ti manteve-se estável, tendo-se em vista a semelhança do aparente grau de intemperização de todos os horizontes (Tabela 2.5). Os teores de Zr mantiveram-se ai

constantes na maior parte do perfil, havendo um aumento na concentração desse elemento somente na base da trincheira (Apêndice B). A descontinuidade pode ser inferida pelo aumento de Zr em profundidade. Demattê (1978) encontrou comportamento semelhante em solos de São Paulo e atribuiu o aumento do Zr em profundidade a presença de uma cascalheira na base do perfil. Não foi encontrada nenhuma linha de pedra e os demais elementos considerados de baixa mobilidade, como Fe, Al e Si apresentam, nesse perfil, comportamento de material desenvolvido *in situ* (COLIN; ALARCON; VIEILLARD, 1993; CONDIE; DENGATE; CULLERS, 1995; TONUJ; EGGLETON; TAYLOR, 2003).

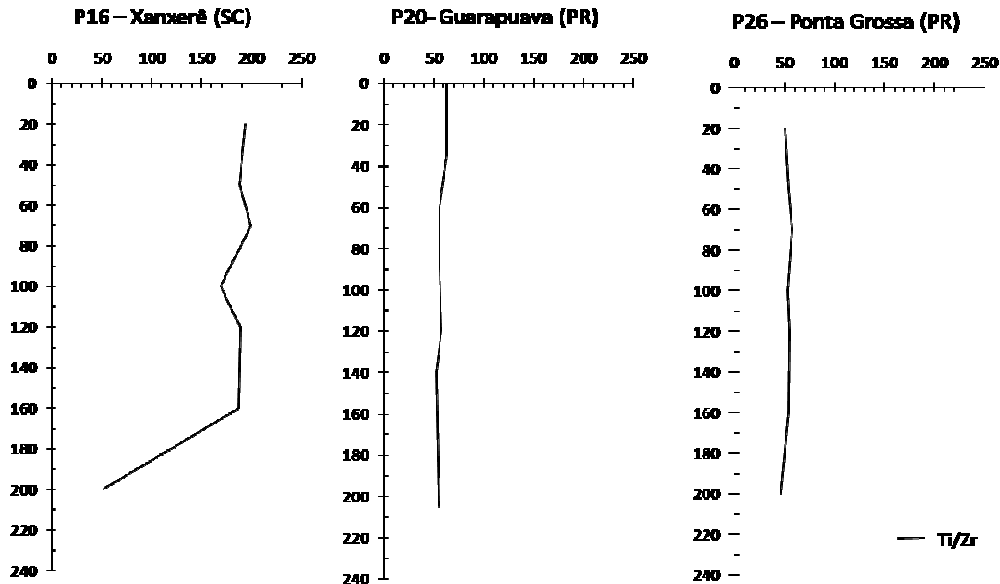


Figura 2.6 - Relações Ti/Zr em solos representativos do Grupo 1 - região Sul.

O P26 (Ponta Grossa - PR), localizado no fundo do vale, apresentou características morfológicas (variação de cor e de textura) nos subhorizontes mais superficiais que indicam coluvionamento. Os dados geoquímicos não confirmam claramente essa tendência, a não ser pelo pequeno aumento de Ti, Zr e Fe na transição A3/A4 (60-65 cm), sugerindo um possível soterramento em período mais recente (Apêndice B). Quando analisados individualmente o Ti e o Zr, não apresentaram variações ao longo do perfil (Figura 2.7). É possível que os prováveis depósitos

superfícias (colúvios) tenham se originado em outros regolitos com composição mineralógica idêntica.

De modo geral, os Lh deste grupo parecem ter se formados a partir de materiais similares aos do horizonte B subjacente, como indicado pela homogeneidade granulométrica (Tabela 2.4), pelos dados geoquímicos (Apêndice B). Ao contrário, aqueles encontrados na média vertente e fundo de vale apresentaram características que evidenciam retrabalhamento e transporte de seus materiais de origem. Desta forma, e nesses casos, o espessamento do A húmico pode estar relacionado ao aporte de material rico em matéria orgânica, proveniente dos setores de montante, conforme proposto para os Lh de São Paulo e Minas Gerais por Queiroz Neto e Modenesi (1971), Queiroz Neto e Castro (1971), Nakashima, (1973); Silva e Vidal Torrado (1999).

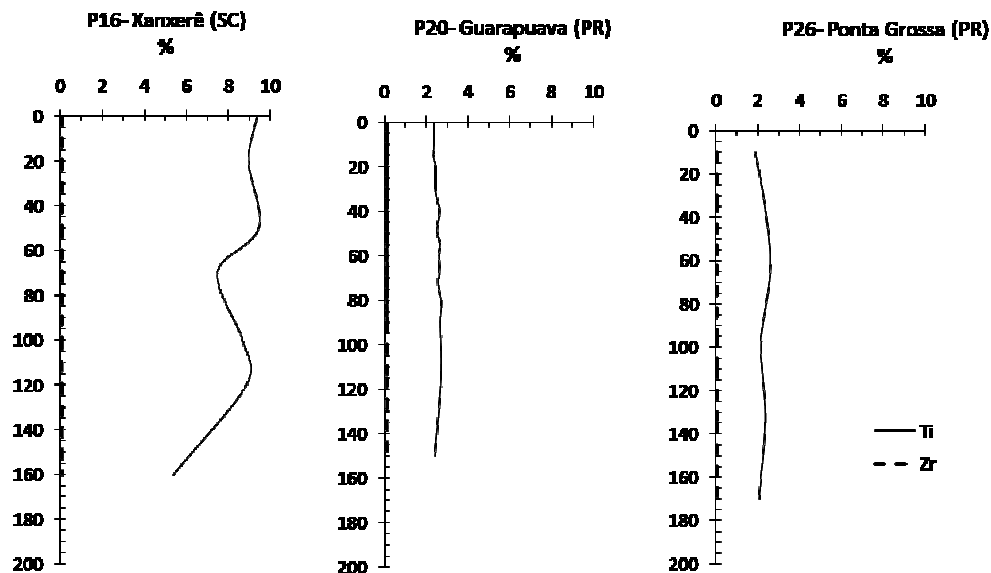


Figura 2.7 - Distribuição em profundidade dos teores de Ti e Zr nos solos do Grupo 1- região Sul.

Entretanto, é necessário considerar que, uma vez que o enfoque principal foi a origem do horizonte A, o horizonte C (e a rocha subjacente) não foi amostrado, o que poderia aportar mais informações sobre o material subjacente, corroborando a interpretação de desenvolvimento *in situ* da maioria dos Lh da região Sul.

2.2.2.1.2 Planaltos e Serras do Atlântico Leste Sudeste – Grupo 2

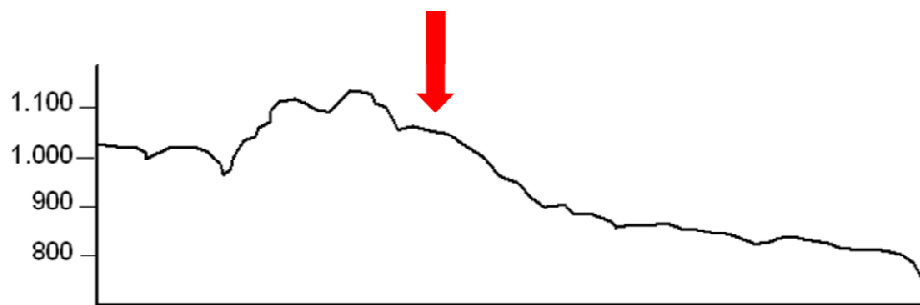
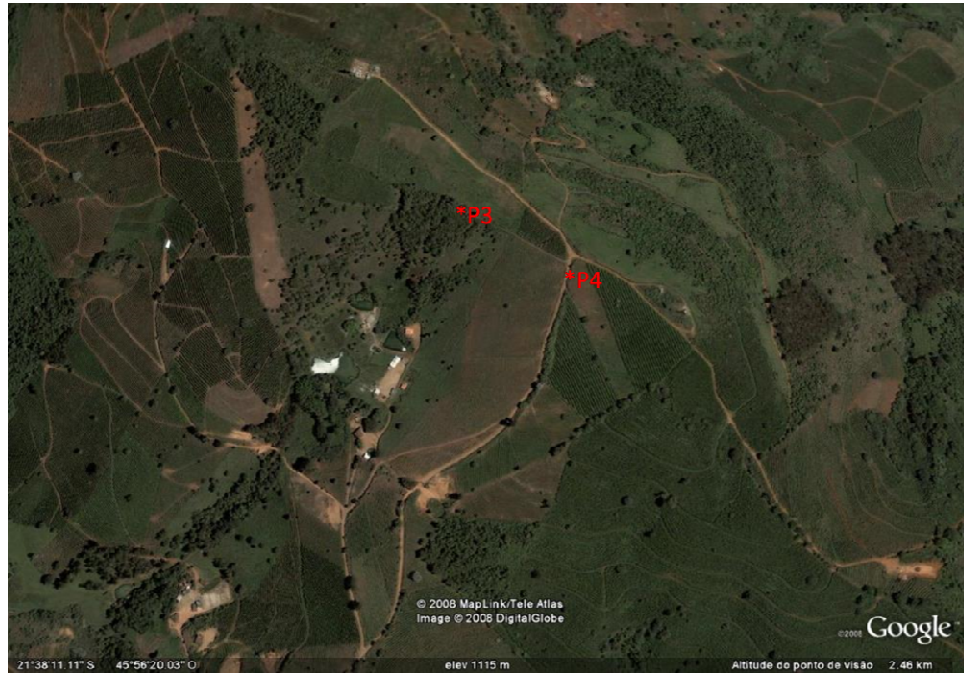
O Grupo 2 (G2) engloba os perfis de LVAd, LAd e subordinadamente LVd com textura argilosa (Tabela 2.6) encontrados ao longo do Domínio das Faixas de Dobramentos Remobilizadas na região Sudeste (BRASIL, 1983), também conhecido como Planaltos e Serras do Atlântico Leste Sudeste (ROSS, 2000).

Tabela 2.6 - Valor médio e desvio padrão dos principais atributos físicos dos solos do Grupo 2 – Região Sudeste

Horiz.	Prof. (cm)	Areia Grossa	Areia fina	Silte	Argila	Silte/Argila	Ds	Dp	
		2-0,2mm	0,2-0,05 mm	0,02-0,002 mm	<0,002 mm				
		-----g.kg ⁻¹ -----				--t.m ⁻³ --			
A (Ap)	M	31,6	167,5	215,2	139,6	477,8	0,3	1,0	2,6
	DP	37,9	81,3	66,7	38,0	85,3	0,1	0,2	0,1
A2	M	49,0	133,0	221,6	124,1	523,9	0,3	0,9	2,6
	DP	14,8	63,5	89,9	32,3	108,1	0,1	0,1	0,1
A3	M	76,9	137,8	197,0	225,9	546,6	0,4	1,0	2,6
	DP	16,0	70,7	65,2	343,8	92,4	0,6	0,1	0,1
A4	M	97,5	86,1	203,6	118,0	592,3	0,2	1,0	2,6
	DP	27,8	33,4	60,6	21,8	87,0	0,1	0,1	0,04
AB	M	118,7	123,3	192,1	109,1	562,6	0,2	1,0	2,7
	DP	25,7	70,4	59,7	27,2	89,7	0,1	0,1	0,1
BA	M	149,0	120,7	194,4	107,2	544,7	0,3	1,0	2,7
	DP	34,8	66,4	55,3	30,7	168,6	0,4	0,1	0,1
Bw1	M	191,7	122,8	191,6	86,2	599,4	0,2	1,1	2,7
	DP	41,6	65,6	58,0	25,3	86,4	0,1	0,1	0,1

M- Média aritmética; DP- Desvio Padrão

Os solos são derivados de rochas metamórficas do embasamento cristalino (gnaisses, migmatitos, granitos e xistos) e/ou coberturas terciário-quadernária detríticas oriunda do retrabalhamento dessas rochas. Atualmente esses solos se encontram em locais com média anual de temperatura abaixo de 18°C. No complexo da Serra da Mantiqueira (Figura 2.8), as temperaturas mais baixas (com forte amplitude térmica diária) e o clima de altitude favorece tanto o desenvolvimento de uma vegetação mais adaptada a essas condições com ocorrência de Araucária, como a manutenção da matéria orgânica no solo (DABIN, 1976; MODENESI-GAUTIERI; TOLEDO, 1996). Mais ao norte, no Estado de Minas Gerais (IBGE, 1977b; EMBRAPA, 2006) o clima atual favorece o desenvolvimento de uma vegetação de transição entre a Floresta Tropical e o Cerrado *Sensu Stricto* (Figura 2.9).



Topo 1.116 metros

Perfil 3

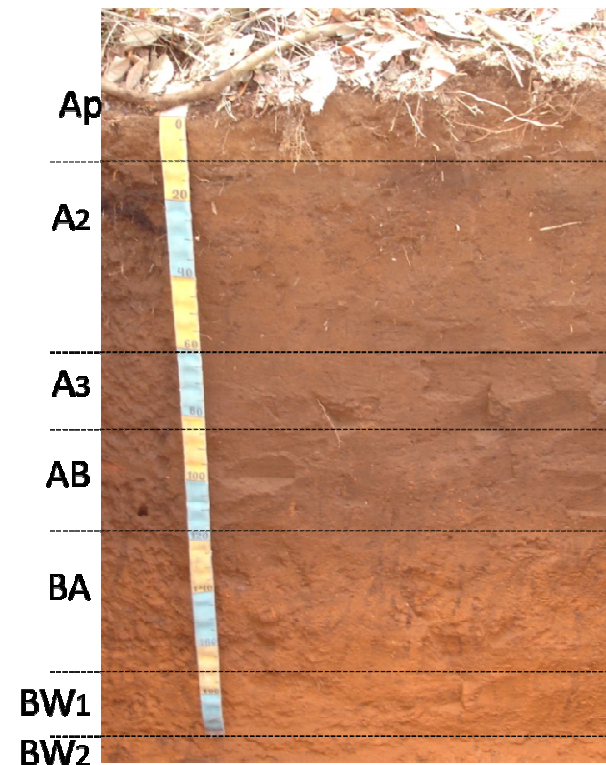


Figura 2.8 - Área de Latossolo com horizonte A húmico em Machado, Sul de Minas Gerais. (Adaptado de Silva et al., 2007).

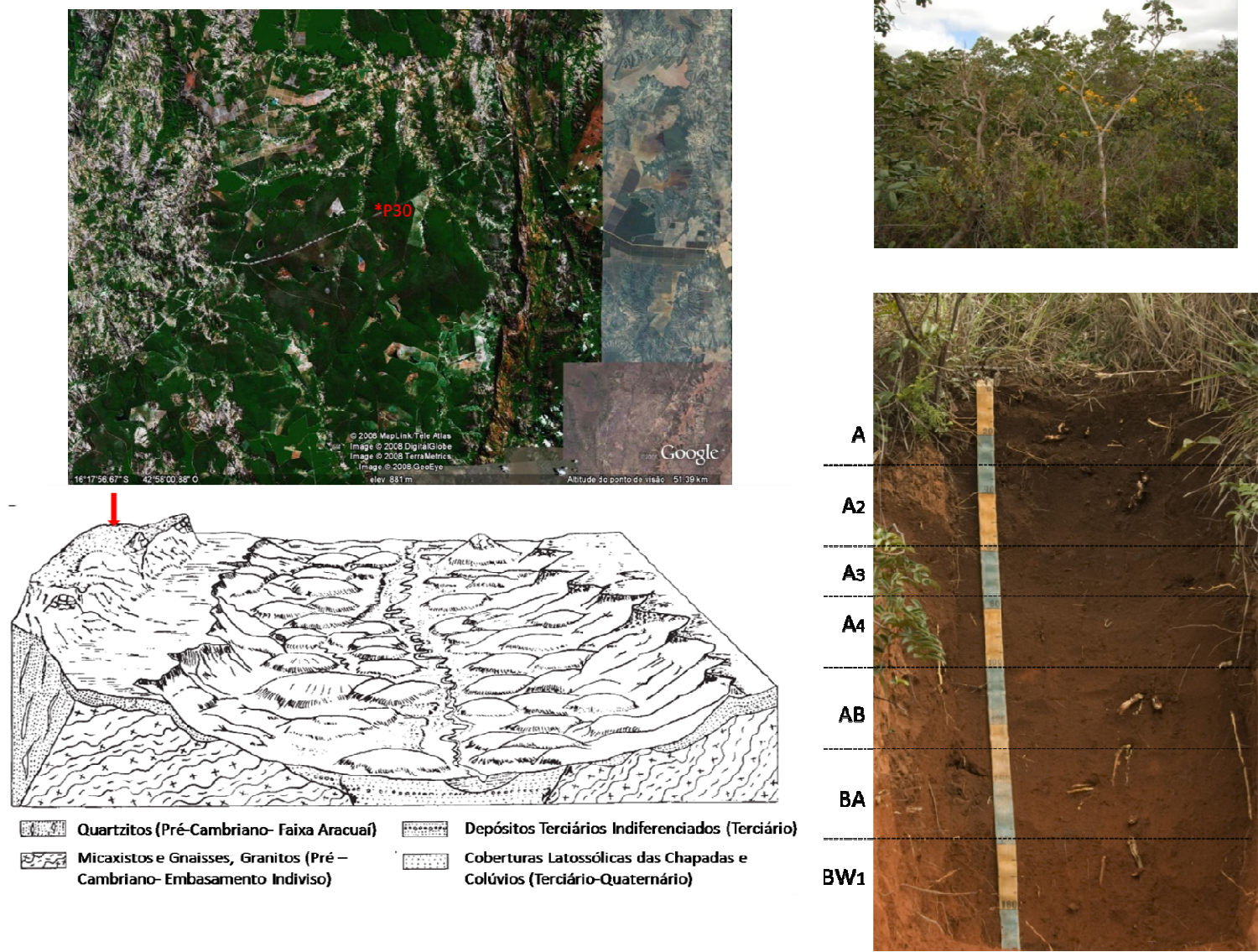


Figura 2.9 - Representação esquemática das áreas de ocorrência de Latossolo com horizonte húmico no norte de Minas Gerais. A- Região de Salinas (Adaptado de Saadi, 1995).

Os Lh deste grupo estão restringidos a alguns topos elevados, entre 800 e 1.000 metros de altitude. Essas altitudes se correlacionam com a Superfície Paleogênica De Martonne (1940) no Planalto Atlântico (IPT, 1981) e a Superfície Sul-Americana de King (1956) no “Brasil Oriental”.

Os LVAd e LAd textura argilosa apresentaram horizonte A húmico hiperdesenvolvido, em média, com 150 cm de espessura (Tabela 2.6). Os teores de carbono orgânico situam-se entre 35 e 14 g.kg⁻¹ e carbono total entre 47 e 18 g.kg⁻¹, porém, menores se comparados com os Lh do G1 (Figura 2.5).

A densidade do solo varia, em média entre 0,94 e 1,0 t.m⁻³ e a densidade de partículas mantém-se entre 2,5 e 2,7 t.m⁻³ (Tabela 2.6). Os valores de Ki e Kr que, demonstram um grau intermediário de intemperização dos solos desse grupo. Sendo assim, eles podem ser alinhados, segundo o grau de intemperismo da seguinte forma: G3>G2>G1.

A saturação e a soma de bases são baixas, e a saturação por alumínio é alta (>86%) nos subhorizontes do A e mais de 80% no B. O alumínio trocável, em geral, é baixo, inferior a 2,5 cmol_c.kg⁻¹, e diminui em profundidade (Tabela 2.7).

Destaca-se nos Lh desse grupo a intensa atividade biológica, favorecida pelo clima tropical úmido (CONSTANTINO; ACIOLI, 2008). São freqüentes os pedotúbulos (de formigas, raízes e cupins) distribuídos em sentido vertical, com interdigitação entre os horizontes (Figura 2.10) e cupinzeiros nas proximidades da maioria das áreas amostradas.

O P3 e o P6, localizados próximos a borda da Serra da Mantiqueira, guardam semelhança entre si nos aspectos físicos e macromorfológicos. Entretanto, o P3 apresentou valores de Ti e Zr mais baixos, sem variações significativas ao longo do perfil (Apêndice C). As relações Ti/Zr apresentaram CV baixos (26% - A2 e 28% AB/BA) se comparado com o P6, mas que podem configurar ausência de descontinuidades ou homogeneização de sucessivos depósitos por pedoturbação devido a intensa atividade biológica ai observada (Figura 2.10).

Tabela 2.7 - Valor médio e desvio padrão dos principais atributos químicos dos solos do Grupo 2 – Região Sudeste

Horiz.		pH*		Complexo Sortivo (cmol _c .kg ⁻¹)			Valor V	Valor m	Carbono (g.kg ⁻¹)		N (g.kg ⁻¹)	Ataque Sulfúrico (g.kg ⁻¹)				Ki	Kr
		H2O	KCl	Valor S	Al ³⁺	Valor T	%	Org	Tot.	SiO ₂		Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂			
A (Ap)	M	4,6	4,1	1,4	2,4	8,8	15,5	65,2	35,1	47,0	3,3	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	DP			1,2	0,9	1,7	12,5	23,2	12,0	19,6	1,6	nd	nd	nd	nd	nd	nd
A2	M	4,6	4,3	0,3	2,2	7,1	4,9	86,6	29,4	39,0	3,1	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	DP			0,2	0,6	1,6	3,2	8,7	13,2	21,6	1,7	nd	nd	nd	nd	nd	nd
A3	M	4,7	4,2	0,2	2,0	5,8	2,9	91,6	21,5	26,3	1,6	13,7	22,0	6,6	0,8	1,1	0,9
	DP			0,1	0,5	1,3	1,5	5,0	6,6	7,0	0,6	4,9	1,9	0,8	0,2	0,4	0,3
A4	M	4,6	4,2	0,2	1,6	5,3	5,0	85,7	17,6	23,2	2,4	13,6	24,2	7,2	0,8	1,0	0,8
	DP			0,1	0,4	1,4	3,2	9,0	7,3	8,2	2,5	1,7	2,8	4,1	0,5	0,2	0,2
AB	M	4,9	4,3	0,1	1,5	4,3	2,8	91,6	13,7	18,3	1,9	16,7	24,3	8,7	0,9	1,2	1,0
	DP			0,1	0,6	1,3	2,5	8,0	4,4	6,2	2,3	3,5	0,3	0,4	0,2	0,3	0,2
BA	M	4,8	4,4	0,1	1,1	3,2	5,4	79,6	10,5	13,0	1,3	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	DP			0,1	0,7	1,0	5,3	25,9	3,1	4,4	1,3	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Bw1	M	4,9	4,5	0,1	0,7	2,3	6,5	72,1	7,7	8,8	1,2	15,90	23,6	6,9	0,8	1,2	1,0
	DP			0,1	0,6	0,5	4,1	27,8	1,4	2,1	1,8	3,79	2,7	3,2	0,4	0,3	0,3

*A média foi determinada a partir da atividade do H⁺ [-log(H⁺)] e depois transformada para valores de pH.

M- Média aritmética; DP- Desvio Padrão

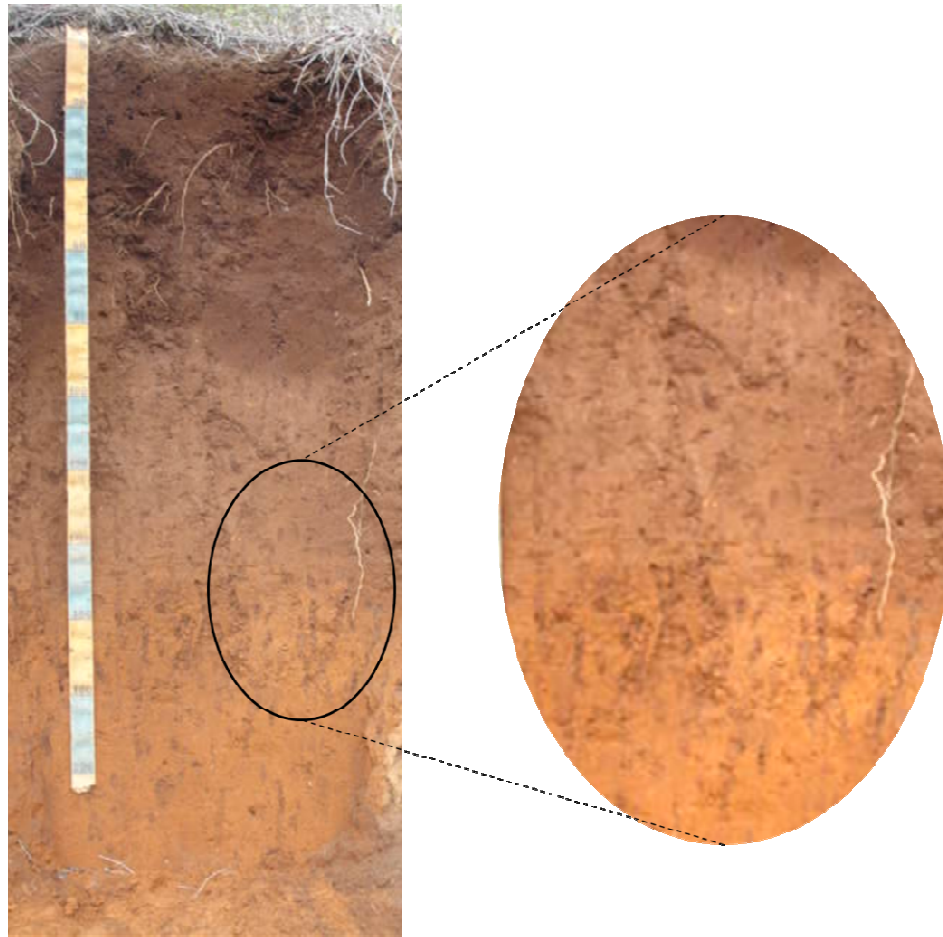


Figura 2.10 - Detalhe da distribuição dos pedotúbulos na transição entre os horizontes AB/BA

As relações Ti/Zr , indicaram diferenças entre os horizontes e aumento linear da base para o topo dos perfis, exceto o P11 (Manhuaçu- MG) que apresenta variação inversa, com diminuição da base até a 100 cm, seguida por um aumento até o topo (Figura 2.11).

O P6 (Bragança Paulista – SP) situado na média alta vertente em uma superfície de erosão intermediária no contexto regional do Planalto Atlântico apresentou uma curva errática para a relação Ti/Zr (Figura 2.11) com evidência de descontinuidade (CV 34%) na faixa de transição A/B, sinalizando que o horizonte húmico deriva de sedimentos, provavelmente de origem coluvial. Não foram constatadas grandes variações nos demais elementos analisados, a não ser a tendência inversa ao modelo teórico, isto é, redução seguida de aumento dos elementos Ti e Zr na superfície (Figura 2.12), indicando padrão de material transportado (COLIN; ALARCON; VIEILLARD,

1993; CONDIE; DENGATE; CULLERS, 1995; TONUI; EGGLETON; TAYLOR, 2003) e/ou que os prováveis depósitos superficiais (colúvios) tenham se originado em outros regolitos com composição mineralógica diferenciada (Apêndice C).

O P8 (Nova Friburgo-RJ), localizado na porção superior do terço médio da vertente, apresentou uma descontinuidade, ainda que marcada por baixo CV (23%) na transição AB/BA e A2/A3 (Figura 2.11).

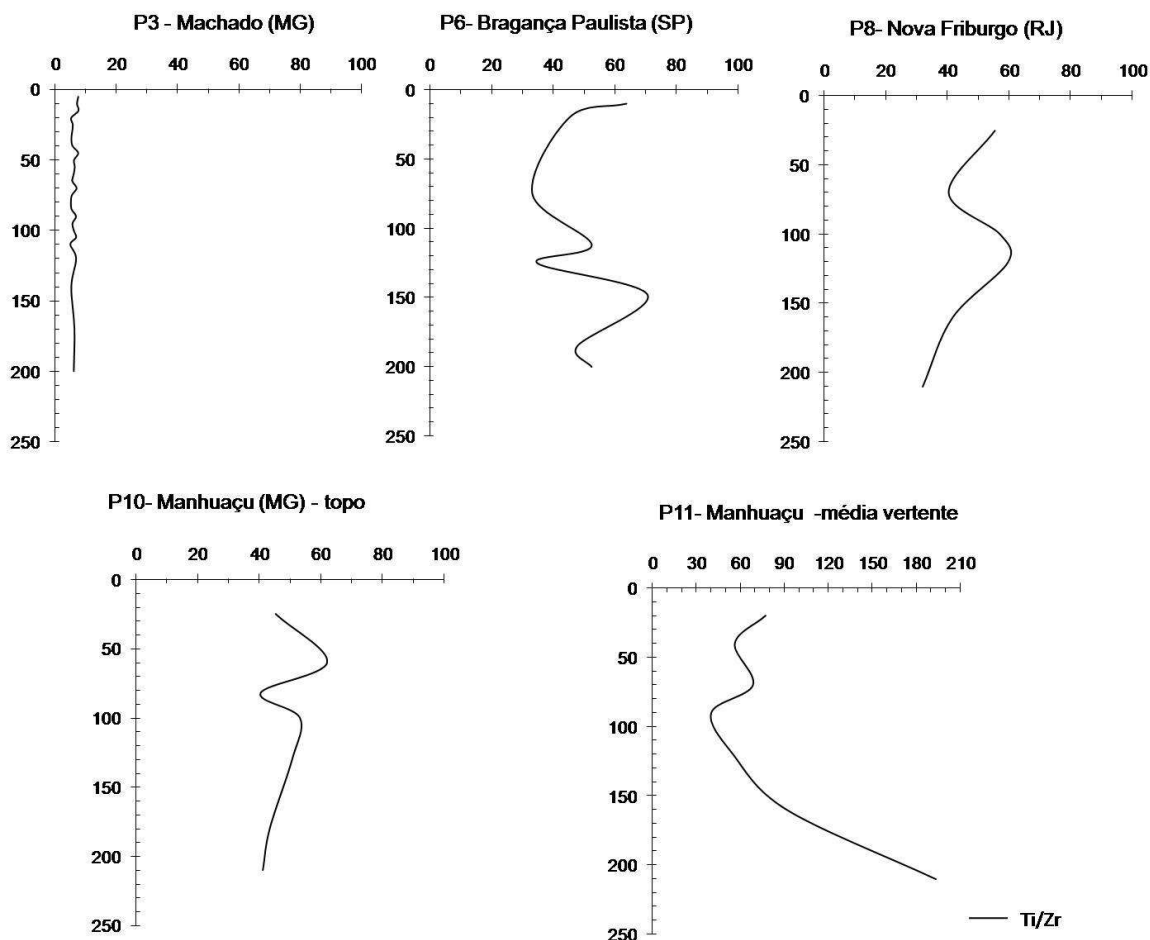


Figura 2.11 - Relação Ti/Zr em solos representativos do Grupo 2 - região Sudeste (G2)

No P10 situado no topo de uma colina, os valores da relação Ti/Zr aumentam da base para o topo da trincheira denotando uma descontinuidade na transição Ap/A2 (CV= 34%).

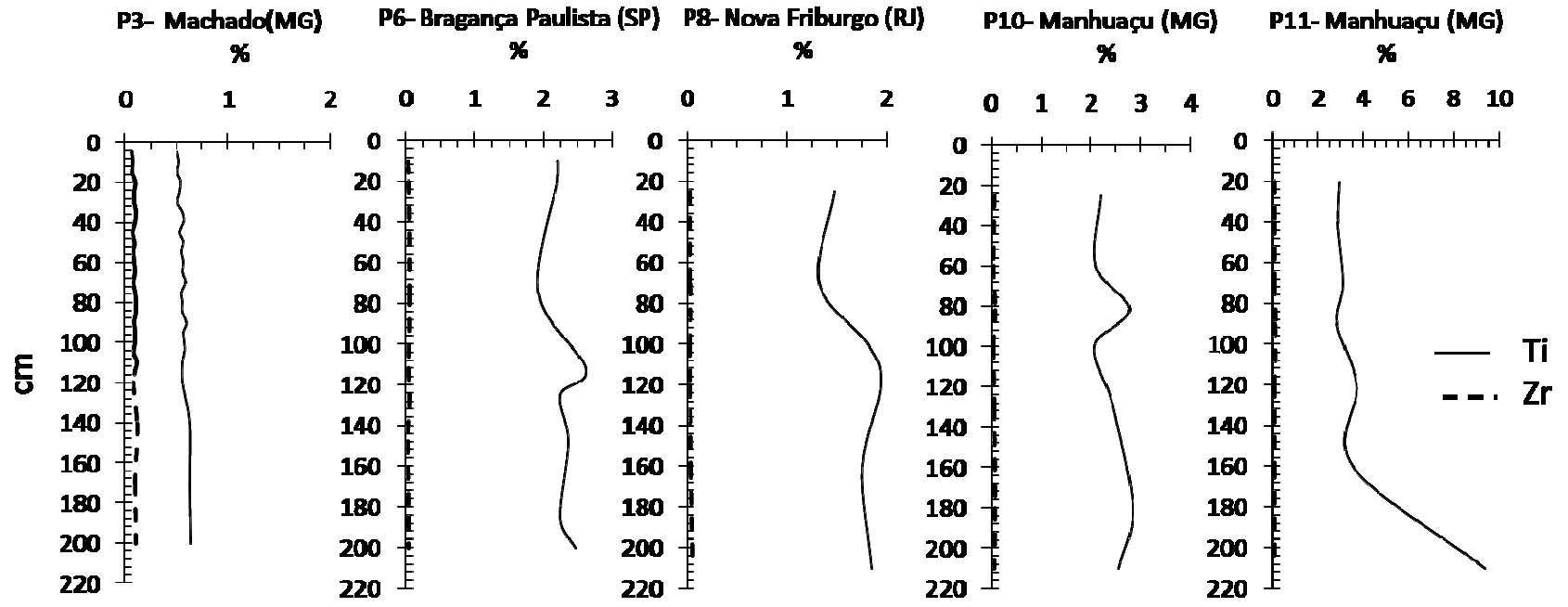


Figura 2.12 - Distribuição em profundidade dos teores de Ti e Zr nos solos do Grupo 2- região Sudeste

Em P11 (Manhuaçu, MG), também entre o terço superior e médio da vertente, a relação Ti/Zr indicou três pontos de descontinuidade: a primeira, da base para o topo é marcada nas transições BA/Bw (CV=52,5%), AB/BA (40%) e A2/ (A3-A4) (41%). De modo geral os valores da relação Ti/Zr diminuem da base do perfil até o horizonte A4 e aumentam até o topo (Apêndice C). Ainda que não haja na literatura uma tendência estabelecida, para um horizonte A desenvolvido *in situ* espera-se que não haja variações bruscas, ou mudanças de tendências ao longo de seus subhorizontes e em relação ao B subjacente (TSAI; CHEN, 2000; OLIVEIRA; JIMENEZ-RUEDA, 2002; RESENDE et al., 2002b; TONUÍ et al., 2003). Assim, é possível inferir a ocorrência de mais de um coluvionamento no horizonte A haja vista que, para cada subhorizonte do mesmo observa-se um padrão errático das relações Ti/Zr (Figura 2.11).

As descontinuidades indicadas em P6, P10 e P11 são corroboradas pela distribuição irregular do Ti ao longo dos perfis (Figura 2.12). De modo geral, constata-se que os Lh desse grupo, mesmo aqueles localizados em topos aparentemente estáveis, apresentam sinais de coluvionamento antigo na base do horizonte A húmico e alguns, mais recentes, na porção superior do A. Isto demonstra que estes A húmicos, e mesmo todo o *solum*, podem ter se formado a partir de materiais retrabalhados oriundos das coberturas terciário-quadernária detríticas das superfícies de cimeira, os quais quando depositados, já poderiam apresentar características latossólicas (microagregados, mineralogia caulinita+óxidos, entre outras) e/ou escurecimento de matéria orgânica (CAMARGO et al., 1962; SANCHEZ, 1981; VIDAL TORRADO, 1994; SILVA, 1997). Assim, independente da posição, os *solums*³ teriam se originado de depósitos alóctones (ou pseudoalóctones quando estes provém de rochas similares as do embasamento) e os horizontes húmicos, quando nos topos teriam se espessado *in situ*, enquanto quando nas encostas teriam seu espessamento advindo de sucessivos depósitos coluvionais provavelmente já depositados com altos teores de matéria orgânica (NAKASHIMA, 1973; QUEIROZ NETO; CASTRO, 1974).

O horizonte húmico poderia assim ter se desenvolvido a partir do Holoceno Médio e pelo menos boa porção do mesmo, permanecendo até hoje nas áreas mais estáveis da paisagem que foram pouco afetadas por processos erosivos. Nesse período o clima

³ Plural de *Solum* : *Sola* ou *solums* (<http://www.thefreedictionary.com/solum>)

apresentava condições mais úmidas e por vezes, mais frias que o período anterior tanto nas regiões serranas como no Sul e Norte/Nordeste do Estado de Minas Gerais (LEDRU, 1994; GOUVEIA; PESSEDA, 2000; SCHEEL-YBERT et al., 2003). Os fragmentos de carvão, muito freqüentes nesses solos, indicam freqüência de incêndios (GOUVEIA, 2001; GOUVEIA et al., 1999, 2002) no Holoceno médio-superior. Tais fragmentos, sugerem uma forte contribuição de carbono de origem pirogenética na formação do A húmico, e sua ocorrência pode estar associada à elevada porosidade, típica dos Latossolos, que favorece a lenta queima de raízes em profundidade (BOULET et al., 1995; GOUVEIA; PESSEDA, 2000). Nos Lh da região Sudeste, a abundante atividade biológica poderia explicar não só o espessamento do A por retrabalhamento progressivo como o fracionamento e o soterramento dos fragmentos de carvão por meio de remonte de material da base do perfil (BOULET et al., 1995; GOUVEIA; PESSEDA, 2000), formando as linhas de carvão muito comuns em Latossolos, semelhantes as encontradas, sobretudo naqueles perfil em que o horizonte húmico é muito espesso e mais antigo (P3, P6 e P30). Entretanto, as relações Ti/Zr não confirmaram tal homogeneidade, na maioria dos horizontes húmicos estudados. Fato que sugere a ação de processos de coluvionamento no espessamento desses horizontes.

2.2.2.1.3 Planalto Atlântico, Depressão Periférica Paulista e Tabuleiros Costeiros/Zona da Mata Nordestina – Grupo 3

Os Lh deste grupos são classificados como LVAd e LAd de textura média ou argilosa (Tabela 2.9) e possuem os horizontes húmicos mais espessos (>150 cm), situados no terço superior de vertentes em paisagens com relevo local que varia de plano a suave ondulado e altitude superior a 600 m, exceto para aqueles de Pernambuco situados abaixo de 200 metros de altitude. Reúne aqueles formados a partir de rochas ígneas ácidas do Pré-Cambriano, localizados na divisa entre os Estados de Espírito Santo e Minas Gerais (no Maciço do Caparaó e Zona da Mata Mineira), alguns LVAd húmicos derivados de sedimentos cenozóicos da Formação Rio Claro na Depressão Periférica (Figuras 2. 13 e 2.14) e outros formados a partir de sedimentos da Formação Barreiras na zona dos Tabuleiros Costeiros em Pernambuco.

Tabela 2.9 - Valor médio e desvio padrão dos principais atributos físicos dos solos do G3 – Regiões Sudeste e Nordeste

Horiz.	Prof. (cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Silte/Argila	Ds	Dp	
		2-0,2 mm	0,2-0,05 mm	0,02-0,002 mm	<0,002 mm				
		g.kg ⁻¹				--t.m ⁻³ --			
A	M	16,1	156,1	393,7	117,1	332,5	0,4	1,3	2,6
	DP	7,8	126,1	115,89	44,4	111,9	0,1	0,2	0,1
A2	M	38,6	154,4	372,7	98,9	373,9	0,39	1,3	2,6
	DP	13,0	127,6	127,8	48,7	141,9	0,2	0,3	0,1
A3	M	75,9	139,7	367,7	103,9	388,6	0,3	1,2	2,6
	DP	16,3	114,8	123,9	39,8	123,1	0,1	0,3	0,1
A4	M	110,5	137,5	400,4	92,9	369,1	0,3	1,2	2,6
	DP	26,6	130,0	143,0	59,6	128,2	0,2	0,2	0,1
AB	M	153,0	139,8	364,4	89,2	406,6	0,2	1,2	2,7
	DP	40,3	117,0	125,1	49,2	132,3	0,1	0,2	0,1
BA	M	188,6	129,6	374,7	80,5	415,3	0,2	1,2	2,7
	DP	43,8	106,5	130,73	45,76	139,0	0,1	0,1	0,0
Bw	M	234,9	136,3	363,33	79,0	421,4	0,2	1,2	2,7
	DP	45,8	118,5	128,92	47,3	150,9	0,1	0,1	0,1

M- Média aritmética; DP- Desvio Padrão

O relevo, residual, em que são encontrados na Zona da Mata Mineira compreende remanescentes descontínuos da superfície Sul-Americana (semelhante ao G2) dentro de uma faixa de altitude que varia de 800 a 900 metros, sempre associados a temperatura média anual abaixo de 18°C e vegetação de altitude (BRASIL, 1983b).

Na borda leste da Depressão Periférica, região de Campinas/Sumaré, os Latossolos são encontrados nos topos remanescentes da Superfície Neogênica (DE MARTONNE, 1940), de idade Plioceno/Pleistocênica (Figura 2.13) entre 700 e 900 metros. Essa superfície constituída por amplos patamares intermediários no perfil geral dos planaltos paulista e corresponderia aos últimos grandes e importantes aplainamentos ai ocorridos (DE MARTONNE, 1940). Em Piracicaba, parte central da Depressão Periférica, os Latossolos com horizonte húmico foram encontrados em topos e no entorno de uma lagoa fechada situada acima de 650 metros de altitude (Figura 2.14).

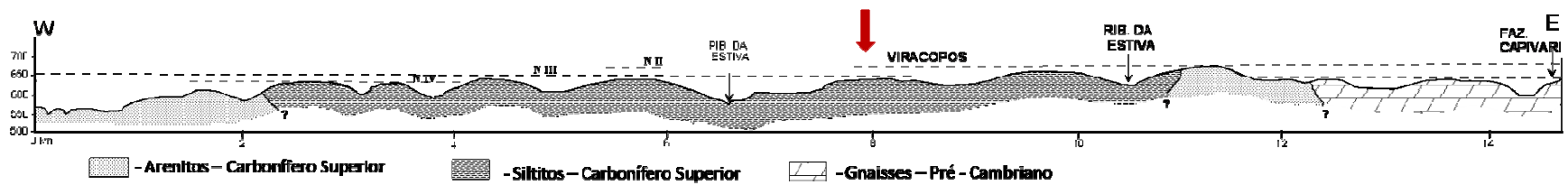
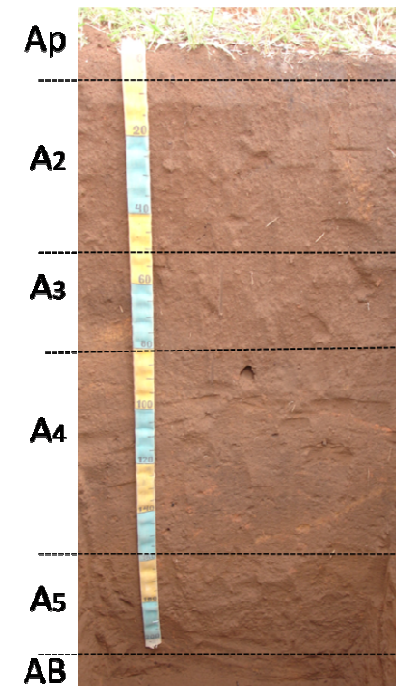


Figura 2.13 - Perfil de Campinas – Superfície Viracopos (Perfil topográfico: Modificado de Nakashima, 1973)

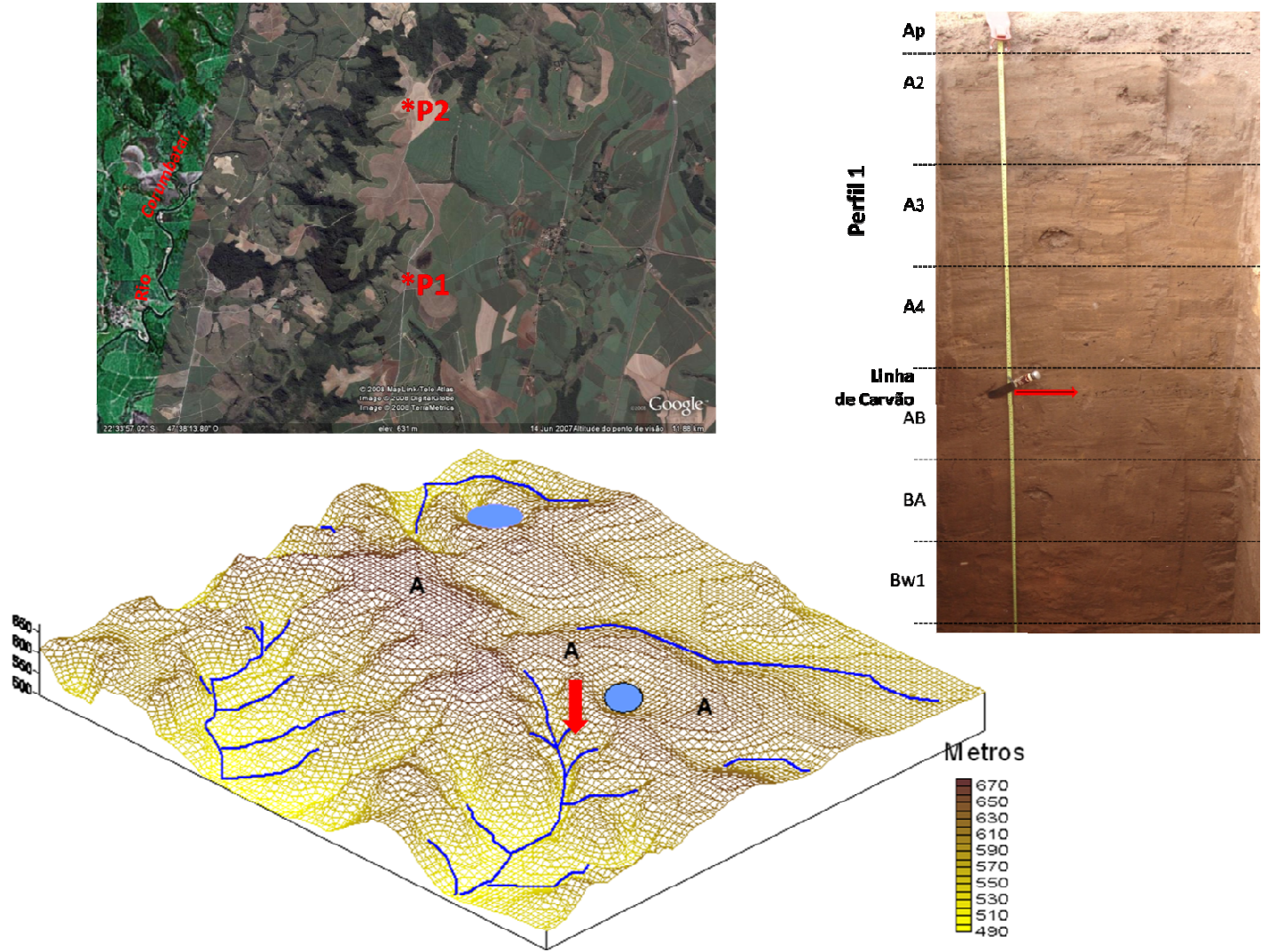


Figura 2.14 - Bloco Diagrama da área de ocorrência de Latossolos com horizonte A húmico no município de Piracicaba – SP. **A)** topos com horizonte A húmico espesso (>100cm).

Tabela 2.10 - Valor médio e desvio padrão dos principais atributos químicos dos solos do Grupo 3– Regiões Sudeste e Nordeste

Horiz		pH*		Complexo Sortivo (cmol _c .kg ⁻¹)			Valor V	Valor m	Carbono (g. kg ⁻¹)		N (g. kg ⁻¹)	Ataque Sulfúrico (g. kg ⁻¹)				Ki	Kr
		H ₂ O	KCl	Valor S	Al ³⁺	Valor T	%		Org	Tot.		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂		
A	M	4,8	4,3	3,1	1,1	7,1	40,1	39,3	20,3	28,7	2,1	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	DP			3,1	0,9	1,6	33,6	36,7	5,8	7,1	0,4	nd	nd	nd	nd	nd	nd
A2	M	4,9	4,3	2,0	1,1	6,0	33,0	47,4	19,8	23,8	1,6	98,9	373,9	0,3	1,3	2,6	nd
	DP			2,0	0,9	0,7	31,0	39,9	5,0	3,9	0,3	48,7	141,9	0,2	0,3	0,1	nd
A3	M	5,0	4,3	1,5	1,3	5,4	27,9	52,4	14,1	18,3	1,1	14,8	14,9	3,2	0,6	1,7	1,5
	DP			1,4	0,9	0,4	26,5	39,7	3,7	4,2	0,3	nd	nd	nd	nd	nd	nd
A4	M	4,9	4,3	1,0	1,2	4,6	21,5	62,5	12,8	16,4	0,8	9,9	11,2	3,9	0,5	1,6	1,3
	DP			1,4	0,8	0,6	29,2	41,2	4,3	5,9	0,1	1,1	3,4	1,2	0,3	0,7	0,5
AB	M	5,0	4,4	1,1	1,0	4,0	26,0	55,7	9,7	12,0	1,6	11,2	16,8	5,8	0,9	1,2	1,0
	DP			1,0	0,5	0,4	23,6	35,2	2,7	3,0	2,4	5,6	10,1	5,4	0,8	0,1	0,2
BA	M	4,8	4,2	0,9	1,0	3,6	24,9	58,6	8,2	10,1	1,9	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	DP			0,7	0,3	0,5	18,2	27,9	2,4	3,4	3,1	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Bw	M	4,8	4,3	0,7	0,6	2,4	28,7	51,6	5,4	6,5	2,5	11,4	15,0	4,5	0,5	1,3	1,1
	DP			0,6	0,3	0,6	21,0	30,4	1,7	2,1	5,3	4,3	4,9	1,2	0,2	0,4	0,3

*A média foi determinada a partir da atividade do H⁺ [-log(H⁺)] e depois transformada para valores de pH.

M- Média aritmética; DP- Desvio Padrão; nd- não determinada

Na região Nordeste, os Latossolos com horizonte húmico estão inseridos na Zona da Mata e Tabuleiros Costeiros (KOFFLER et al., 1986) em setores marcados por relevo que varia de suave ondulado à ondulado, em torno de 140-160 m. de altitude.

Para caracterização desse grupo foram amostrados 11 perfis (Apêndice A). São solos que, de acordo com os valores K_i e K_r , apresentam mineralogia mais caulínica que os demais grupos. São muito porosos e friáveis ($D_s < 1.0 \text{ t.m}^{-3}$ – Tabela 2.9). Os valores de pH em água indicam que esses solos são distróficos e menos ácidos que os solos dos outros grupos. O Al^{3+} , bem como sua saturação (entre 39 e 60%, em média), é inferior aos encontrados nos demais grupos (Tabela 2.10). O conteúdo de carbono total, conforme representado na Figura 2.8 é o menor encontrado entre todos os grupos, porém mantém-se superior a 5 g.kg^{-1} até 180 cm de profundidade (Tabela 2.10)

O P5 (Campinas - SP) apresenta pequenas variações nas relações Ti/Zr (<17%) e na quantidade de Ti na transição A3/A4 (Figura 2.15 e 2.16), onde também se constata pequenas variações nos teores de Fe (Apêndice B), porém nada expressivo se comparado com os valores encontrados por Cooper (1996) e Silva et al. (2004) em Latossolos. O Zr, como na maioria dos Lh estudados não apresentou variações ao longo do perfil (Figura 2.16). Como não existem parâmetros limítrofes para solos tropicais é possível que o coeficiente de variação de 17% e o comportamento do Ti indique coluvionamento na porção superior do perfil. A bioturbação é evidente na base do horizonte húmico (150-200 cm), onde se constatou grande quantidade de canais e cavidades pequenas preenchidas com material mais vermelho, provavelmente do horizonte B (Apêndice A).

No perfil 29 (Apêndice B), se constata pequenas variações nas relações Ti/Zr na transição AB/BA, indicando da base até o AB tendência de aumento dessas relações que, a partir daí, se mantém constante. A ruptura na tendência de aumento constatada na transição AB/BA apresenta coeficiente de variação de 12% e um significativo decréscimo do teor de Ti da base do A para o topo. Do mesmo modo que o perfil 5, é possível que este coeficiente de variação seja indicativo de descontinuidade litológica. A datação de alguns fragmentos encontrados nos solos estudados (apresentada no Capítulo 3) sugere a ocorrência de incêndios durante o Holoceno médio, que

corroboram estudos que apontam para um período de clima mais seco na região Sudeste com freqüentes incêndios (LEDRU, 1993; GOUVEIA; PESSEDA, 2000; PESSEDA et al., 2004).

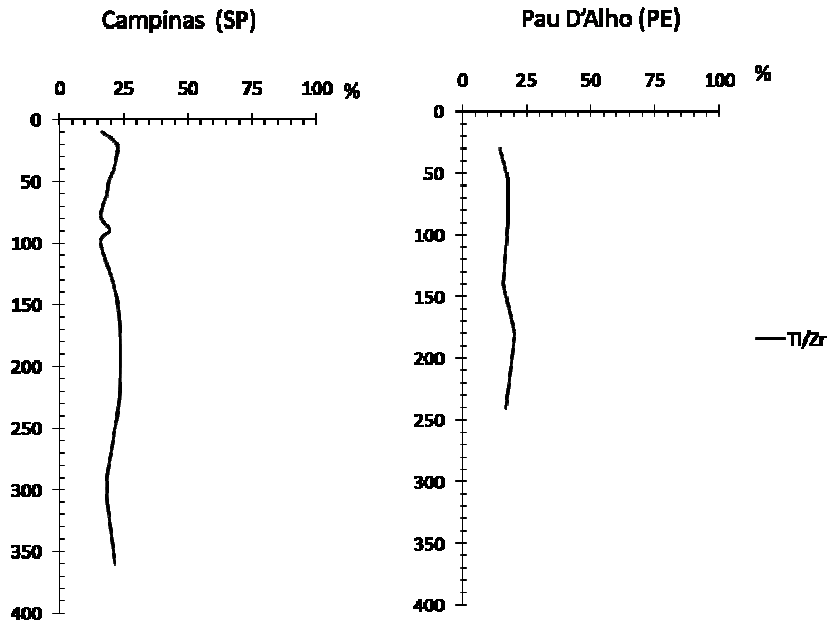


Figura 2. 15 - Relação Ti/Zr em solos representativos do Grupo 3 - regiões Sudeste e Nordeste.

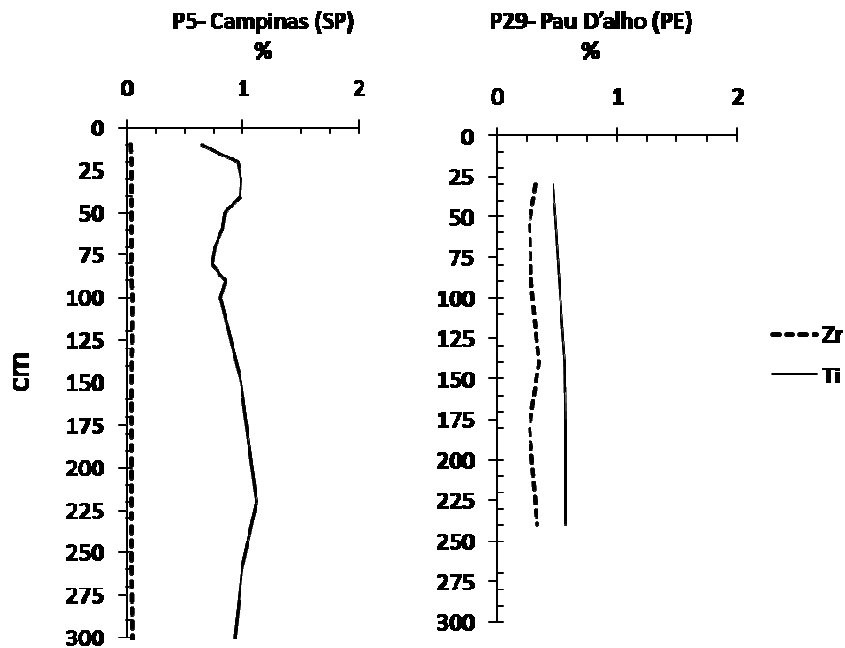


Figura 2.16 - Distribuição em profundidade dos teores de Ti e Zr nos solos do Grupo 3 - regiões Sudeste e Nordeste.

Considerando a posição geográfica e a situação de relevo plano, composto por vertentes longas e suaves em que estão inseridos esses solos, é possível pensar em processos de coluvionamento na formação do material de origem e dos horizontes pedogenéticos, semelhantes aos sugeridos para a região de Campinas por Nakashima (1973). Esses Latossolos seriam originados a partir de material retrabalhado das superfícies de cimeiras (coberturas cenozóicas) (SILVA, 1997).

O horizonte húmico espesso teria se desenvolvido a partir do final do Pleistoceno, quando o clima teria mudado para condições mais secas que as atuais (Capítulo 3). As boas condições de drenagem, favorecidas pela estabilidade morfogenética das áreas de topo plano ou quase plano que teriam contribuído para a distribuição vertical da MOS *in situ*. As linhas e fragmentos de carvão e a atividade biológica, são muito freqüentes. Assim como nos solos do grupo 2, a atividade biológica pode ter forte contribuição na fragmentação e decomposição dos fragmentos de carvão, bem como na homogeneização do perfil e espessamento do A, atenuando as características das fases de coluvionamento muito antigas, bem como no processo de melanização da MOS (SILVA; VIDAL TORRADO, 1999).

2.2.2.1.4 Relações Solo- Superfícies geomórficas e gênese do horizonte húmico

Uma característica muito forte da fisiografia brasileira é, segundo Ab'Sáber (2000) a presença de superfícies de cimeiras herdadas de antigos ciclos de aplainamento que atuaram por longos e diferentes períodos e podem corresponder à relictos de um “superfície de erosão fossilizada” que pode se tratar da Sul-Americana e Velhas de King (1956) (Figura 2.17). A maioria dos Lh ocorrem em remanescentes dessas superfícies, as quais parecem se correlacionar em altitude e idade (Tabela 2.11).

A história dessas áreas parece estar relacionada à extensas superfícies de aplainamento (Figura 2.17) basicamente referente, ao ciclo de erosão Sul-Americano descrito por King (1956), elaborada, segundo modelo de Suguio e Bigarella (1979) em ambiente de extrema aridez que perdurou por tempo suficientemente longo para moldar quase toda a paisagem brasileira. Tal superfície teria sido soerguida as altitudes atuais (>900 metros) em ciclos posteriores (Terciário Médio) (SAAD, 1995). Ela apresenta relevo formado por interflúvios longos, rebaixados e levemente dissecados, com topos

equitopográficos entre 800 e 900 metros (KING, 1956; CAMARGO et al., 1962; HASUI, 1990). As condições climáticas mais úmidas que se seguiram propiciaram o aprofundamento do manto de intemperismo.

Tabela 2.11 - Correlações entre as superfícies geomórficas identificadas por diferentes autores

Estado	Superfície	Altitude	Idade	Autor
PR/SC	Cimeira (Pd ₃)	1000-1284	Cretáceo superior e	Bigarella e Mousinho (1965)
	Cimeira rebaixada (Pd ₂ =P ₂)	850-1000	Terciário médio	
SP/RJ MG/SP	Paleogênica	920-930	Terciário inferior (Eoceno/Oligoceno)	Justus (1985) Ab'Sáber (1957) De Martonne (1940)
SP	Neogênica	820-830 600-650	Plioceno/Pleistoceno	De Martonne (1940)
MG/RJ SP/ES	Sul-Americana	800-1000	Cretáceo Tardio – Oligoceno	King (1956)
SC/SP/PR/ MG/ES/RJ	Ciclo Sul-Americano		Terciário inferior e médio	Braun (1971)

Completado o aplainamento Sul-Americano, o rebaixamento do nível de base de erosão, induzido pelos soerguimentos do Terciário Médio, se desencadeou a dissecação da paisagem com a abertura de vales, isolando os remanescentes (KING, 1956). Porém, antes que toda a paisagem fosse dissecada, outro período seco se instalou, reduzindo, conseqüentemente, a vegetação. Grandes volumes de material desagregado deslocaram-se das encostas desprotegidas, atingidas por chuvas concentradas, depositando-se nas depressões. Dessa forma, ocorreu o entupimento dos vales, originando outra superfície, a Velhas, de conformação suave ao longo de toda antiga área de configuração da Sul-Americana (KING, 1956).

Na região Centro-Oeste do Brasil os remanescentes da Superfície Sul-Americana constituem as chapadas atuais, com declives inferiores a 3% (MOTTA et al., 2002). Seus topos, esculpidos em espessa cobertura de sedimentos terciários (BRASIL, 1983), elevam-se entre 1.000 e 1.100m de altitude e apresentam extensas áreas de Latossolos (LV, LA e LVA) desenvolvidos a partir de sedimentos finos, sem evidências de relação direta com as litologias subjacentes (BRAUN, 1971; BENNEMA et al., 1962, apud QUEIROZ NETO, 1982), conforme identificado por Motta et al. (2002). Nessa região não são encontrados Lh, talvez porque a mesma nunca tenha passado por condições

de maior umidade e menor temperaturas, o que poderia ter contribuído para um maior aporte e manutenção da matéria orgânica no solo.

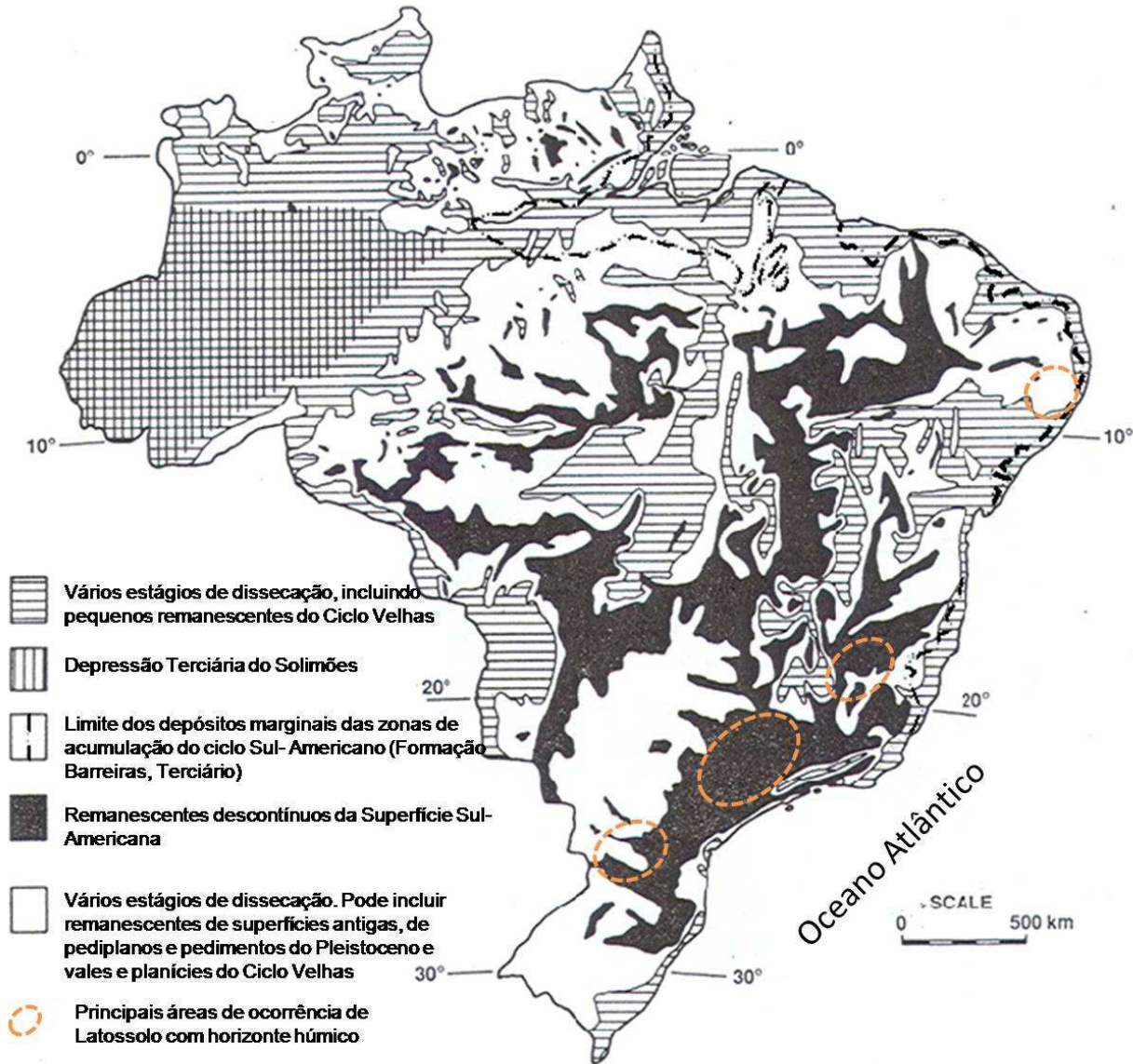


Figura 5.1 - Distribuição geográfica generalizada dos remanescentes de superfícies geomorfológicas dos principais ciclos de erosão do Brasil e localização das principais áreas de ocorrência de Latossolos com horizonte húmico (Modificado de BRAUN,1982 apud LEPSCH; BUOL, 1986).

A ocorrência de Lh em regiões de cerrado, como o perfil de Salinas, pode ser explicada pela posição geográfica, mais oriental, inserida dentro da “franja” de oscilações da Zona de Convergência de Inter-Tropical (ITCZ). Entre o Pleistoceno e o Holoceno o clima nesta franja teria sido mais úmida do que aquele presente nas áreas

de cerrado na região Centro-Oeste. Segundo Martin et al. (1997) as regiões Sul e Sudeste do Brasil estiveram, nos últimos 30.000 anos sob condições climáticas semelhantes. Esses autores apresentam um modelo para demonstrar que entre 12.000 e 8.000 anos AP a Zona de Convergência Intertropical (ZCI) estava mais ao norte (restrita a região amazônica), tornando os verões mais secos nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. A partir do Holoceno, de modo geral, o clima torna-se mais úmido favorecendo a expansão das florestas.

Os solos estudados guardam semelhanças ambientais, morfológicas, químicas e físicas que sugerem relações genéticas e temporais entre suas fases e processos pedogenéticos.

Considerando a geomorfologia e os aspectos ambientais das áreas onde os Lh são encontrados, podemos tecer algumas elucubrações sobre a história desses solos.

A formação dos Latossolos com horizonte A húmico, em geral, pode resultar da seguinte seqüência:

- pedogênese atuando em um material alterado e remobilizado desde o Terciário (SCHAEFER, 2001), favorecida pela relativa estabilidade geomorfológica na paisagem até os dias atuais (MUGGLER; BUURMAN, 1998).

- uma forte acumulação de matéria orgânica escura derivada de uma vegetação mais aberta, formada por mistura de plantas de ciclo C_3 e C_4 , com significativa contribuição de plantas C_4 ;

- em topos planos de vertentes ocupadas por solos muito bem drenados, como os Latossolos, a erosão hídrica é incipiente, o que favorece o acúmulo de matéria orgânica, que, com o passar do tempo, vai sendo cada vez mais humificada (SILVA; VIDAL TORRADO, 2007)

- ocorrência de incêndios que, associados à vegetação de cobertura que apresentava elementos arbóreos, produziram fragmentos de carvão, que contribuem na melanização do material pedogenético (SILVA, 1997; CANER, et al., 2003);

- uma ação conjugada da flora e da fauna, em que a vegetação de cobertura gera a matéria orgânica e a fauna produz, transforma e transporta o material orgânico (mais recalitrante), homogeneizando a matriz e espessando o horizonte A húmico do solo ao longo do tempo (SILVA, 1997; SILVA; VIDAL TORRADO, 1999).

- uma progressiva alteração para uma vegetação mais fechada, com menor produção e incorporação de matéria orgânica;

Silva e Vidal Torrado (1999) explicaram a gênese do horizonte húmico pautada na ação conjunta de movimentos coletivos de solo (solifluxão), remonte biológico e na decomposição e migração das substâncias húmicas ao longo do perfil.

Aqui, o exame das características morfológicas, granulométricas e geoquímicas indicou variações dos atributos e descontinuidades litológicas quase sempre na transição A/B, na maioria dos perfis estudados, sugerindo origem colúvio-pedogenética para esses solos, a partir de material retrabalho herdado das superfícies de cimeiras. Quando da deposição, esse material já poderia apresentar características latossólicas como microagregados, mineralogia caulinita+óxidos, entre outras (QUEIROZ NETO; MODENESI 1971; QUEIROZ NETO; CASTRO, 1971; NAKASHIMA, 1973; VIDAL TORRADO, 1994).

A ocorrência de fases de clima ora mais seco ora mais úmido, não sincrônicas, condicionaram a mudança da cobertura vegetal ao longo do Quaternário (PESSENDA et al., 2005). Os estudos isotópicos e fitolíticos (dados apresentados nos capítulos 3 e 5) indicaram que, a matéria orgânica do horizonte húmico vem sendo incorporada desde o Holoceno inferior (~10.000 anos AP), derivada, na região Sudeste, de uma provável vegetação com mistura de plantas de padrão fotossintético C₃ e C₄, com maior contribuição de plantas C₃ (Floresta/Cerrado) e a partir do Holoceno superior até o presente, de uma vegetação de cobertura fechada, apresentando predomínio de plantas C₃ (Floresta). Essas formações refletem clima mais seco, por vezes mais frio na região serrana, passando a úmido e mais quente, semelhante ao atual, respectivamente (LEDRU, 1993; MARTIN, et al., 1997; PESSENDA et al., 1996a, b, 1998, 2004; GOUVEIA; PESSENDA, 2000; GOUVEIA et al., 2002; SCHEEL-YBERT et al., 2003; SAIA et al., 2007).

Na região Sul, uma vegetação de campo (planta C₄) adaptada a clima mais seco, talvez mais quente que o moderno, teria predominado durante o Holoceno inferior e médio. A partir do Holoceno superior (~1000 – 1500 anos AP) os campos teriam sido substituídos pela Floresta (BEHLING; LICHTER, 1997; BEHLING; BAUERMANN; NEVES et al., 2001; BEHLING, 2002; PESSENDA, et al., 2004, 2005).

A ocorrência de clima mais frio nas regiões serrana da Mantiqueira, segundo Modenesi-Gautieri e Toledo (1996), pode ter contribuído para a preservação da matéria orgânica nas coberturas mais antigas.

O espessamento também pode ser favorecido pela estabilidade da ligação húmus-argila por concentração residual da MOS (SILVA, 1997; SILVA; VIDAL TORRADO, 1999; CANER et al., 2000; CANER et al., 2003).

Os fragmentos de carvão, datados entre ~10.000 e ~3.000 anos AP (dados discutidos no Capítulo 3), sugerem a ocorrência de incêndios associada a fases mais secas no Holoceno médio, resultando na produção de matéria orgânica pirogênica, mais recalcitrante (De OLIVEIRA, 1992; SILVA, 1997; GOUVEIA; PESSENDA, 2000; GOUVEIA et al., 2002; SCHEEL-YBERT et al., 2003; PESSENDA et al., 2004) promovendo o escurecimento do horizonte húmico.

Esse escurecimento poderia estar relacionado com a decomposição de microfragmentos de carvão pela fauna, capaz de degradar esses fragmentos em seu intestino (pela ação de microorganismos), que favorece a formação de um material plásmico escuro que se espalha pela matriz do solo e contribui para a melanização do horizonte (SILVA; VIDAL TORRADO, 1999). Esse plasma produzido pela decomposição de carvões é, segundo esses autores, mais escuro do que aquele produzido por outros tipos de atividade biológica (que redundam em cores mais avermelhadas). Esses materiais teriam sido revolvidos e incorporados ao solo na forma de microagregados zoogenéticos, e redistribuídos por remonte, que pode ser comprovado pela grande quantidade de pedotubúlos que forma uma rede de canais entre os horizontes AB/BA, muito freqüente nos solos estudados.

Müggler (1998) presume que a cor mais avermelhada da base do *solum* dos Latossolos estudados em Minas Gerais pode ser interpretada como uma possível pedorelíquia, desde que não seja observada nos solos mais jovens formados em concordância com as condições ambientais modernas. Nesse sentido, podemos inferir que a cor mais avermelhada na base dos LVA (Grupo 2) e dos LB do sul (Grupo 1) é uma feição relictual de um período mais seco e quente que o atual, que favoreceu um grande intemperismo do solo e maior mineralização da matéria orgânica (KAMPF; KLANT, 1978; ALMEIDA; MAÇANEIRO; KLANT, 2000; ALMEIDA; TORRENT;

BARRÓN, 2003), provavelmente durante o Holoceno Inferior/Médio. A pedogênese recente teria causado a transformação da hematita para goethita (xantização) (BISDON et al., 1978; MUGGLER, 1998) em concordância com as baixas temperaturas e alta precipitação que se instalaram a partir de ~1.500-2.000 anos AP (BEHLING, 2002), sobretudo na região Sul.

Muitos perfis do Sudeste apresentam coloração mais avermelhada na base da tricheira (horizonte B), semelhantes aos Latossolos poligenéticos de Minas Gerais identificados por Müggler (1998) e uma camada mais clara, com menor teor de carbono, encontrada nos primeiros 5-10 cm, associada às condições de clima e vegetação de cobertura atual (CANER, 2003). Esse fato corrobora a hipótese de serem estes solos, relíquias de uma condição pretérita distinta da atual.

O caráter relictual do horizonte húmico é reforçado pela falta de continuidade desse horizonte nas partes inferiores, e geomorfologicamente mais recentes das vertentes, indicando a preservação de um material antigo nas áreas mais elevadas e estáveis (SILVA; VIDAL TORRADO, 1999).

2.3 Considerações Finais

- O horizonte húmico é uma feição relictual das condições mais secas e mais frias no Holoceno inferior e médio, quando teria iniciado, de modo geral, a acumulação de matéria orgânica e o processo de melanização. A fauna do solo teria grande contribuição na redistribuição e homogeneização do material ao longo dos perfis.

- A distribuição dos Lh parece estar relacionada a fatores como: tipos de clima, de relevo e grau de evolução mineralógica dos solos:

- Os Latossolos Amarelos e Vermelho-Amarelos Distróficos húmicos com textura argilosa são encontrados em áreas residuais de superfícies antigas das regiões Nordeste e Sudeste, apresentam características morfológicas e mineralógicas que permitem inferir que estes são solos relictuais e os mais evoluídos dentre aqueles estudados.

- Latossolos Vermelho-Amarelos e Amarelos Distróficos húmicos com textura média ou argilosa ocorrem predominantemente nas paisagens mais evoluídas

geomorfológicamente das regiões SE, especificamente em áreas de coberturas terciário-quaternária detríticas e topos aplainados, são de origem poligenética, interpretados como solos relictuais, haja vista que o horizonte húmico teria se desenvolvido em condições um pouco mais secas que as atuais.

- Latossolos Vermelhos Distróficos e Distroféricos e Brunos Distróficos e Ácricos húmicos com textura muito argilosa são encontrados nas paisagens mais elevadas e planas do Planalto Meridional, associados, basicamente, às rochas ígneas da região Sul. Ainda que apresentem características de origem poligenética, não se configuram, claramente, como solos relictuais.

Referências

- ALMEIDA, J. A.; TORRENT, J.; BARRÓN, V. Cor de solo, formas do fósforo e adsorção de fosfatos em latossolos desenvolvidos de basalto do Extremo-Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.985-1002, 2003.
- BEEBE, K. R.; KOWALSKI, B. R. An introduction to multivariate calibration and analysis.. **Analytical Chemistry**, Oxford, v.59, p.1007A, 1987.
- BEHLING, H. Late Quaternary vegetation, climate and fire history in the Araucaria forest and campos region from Serra Campos Gerais (Paraná), S. Brazil. **Review of Paleobotany and Palynology**, Amsterdam, v.97, p. 109-121, 1997.
- _____. South and southeast Brazilian grasslands during the Quaternary times: a synthesis. **Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology**, Amsterdam, v.177, p.19-27, 2002.
- BEHLING, H.; LICHTER, M. Evidence of dry and cold climatic conditions at glacial times in tropical Southeastern Brazil. **Quaternary Research**, San Diego, v.48, p.348-358, 1997.
- BEHLING, H.; BAUERMANN, S. G.; NEVES, P. C. Holocene environmental changes from the São Francisco de Paula region, southern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, Oxford, v. 14, p.631-639, 2001.
- BEHLING, H.; PILLAR, V. D. ; ORLÓCI, L.; BAUERMANN, S. G. Late Quaternary Araucaria forest, grassland (Campos), fire and climate dynamics, studied by high-resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambara. do Sul core in southern Brazil. **Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology**, Amsterdam, v. 203, p. 277-297, 2004.

BIGARELLA, J. J. Variações Climáticas no Quaternário e suas implicações no revestimento florísitico do Paraná. **Bol. Paran. Geografia**, Curitiba, v. 10-15, p. 211-231, 1964.

BIGARELLA, J. J. ; MOUSINHO, M.R. Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvio e várzeas. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, n.16/17, p.153-197, 1965.

BIGARELLA, J. J. ; MOUSINHO, M. R; SILVA, J. X. Considerações a respeito da evolução das vertentes. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, n.16/17, p.85-116, 1965.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G.F. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais. Vol I.** 2º Ed. Florianópolis, Edit. da UFSC, p. 425, 2007
BISTRICHI, C. A. **Análise estratigráfica e geomorfológica do cenozóico da Região de Atibaia-Bragança Paulista, Estado de São Paulo.** 2001. 184 f. Tese (Doutorado – Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisa Agronômica. Comissão de Solos. **Levantamento de Reconhecimento dos solos do Estado do Rio de Janeiro e Distrito Federal.** Rio de Janeiro: MA/SNPA, 1958. 351p. (Boletim do SNPA, 11).

_____. Ministério da Agricultura. Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo: contribuição à Carta de Solos do Brasil. Rio de Janeiro, 1960. (Boletim do SNPA, 12).

_____.Ministério. da Agricultura. Equipe de Pedologia e fertilidade do Solo. Levantamento de reconhecimento dos solos da zona do médio Jequitinhonha. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1970. 340p. (**Boletim técnico, 9**).

_____. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária - Divisão de Pesquisa Pedológica. Levantamento de Reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. Recife, 1973a. (**Boletim técnico no. 30**).

_____.Divisão de Pesquisa Pedológica. Levantamento exploratório-reconhecimento dos solos do Estado do Ceará. Recife: MA/DNPEA-SUDENE/DRN, 1973b. (**Boletim Técnico, 28**).

_____.Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. **Folhas SC 24/25, Aracaju/Recife: Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso Potência da Terra.** Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1983a . (Levantamento dos Recursos Naturais, 30)

_____. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. **Folhas SB24/25, Jaguaribe/Natal: Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso Potência da Terra.** Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1983b. (Levantamento dos Recursos Naturais, 23).

_____. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SE 22 Goiânia: Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra.** Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1983c. 768 p. (Levantamento dos Recursos Naturais, 31).

_____. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. **Folhas SF23/24, Rio de Janeiro/Vitória: Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso Potência da Terra.** Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1983d. 780p. (Levantamento dos Recursos Naturais, 32).

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

BROWN, D. J.; MCSWEENWY, K.; HELMKEP, A. Statistical, geochemical and morphological analyses of stone line formation in Uganda. **Geomorphology**, Amsterdam, v.62, p. 217-237, 2004. Acessado em <http://www.periodicos.capes.gov.br> em 10 out. de 2008.

BOULET, R.; PESSENDA, L. C. R.; TELLES, E. C. C; MELFI, A. Une evaluation de la vitesse de l'accumulation de matière par la faune du sol à partir de la datation des charbonnes et d'humine du sol. Exemple des versants du lac Campestre, Salitre, Minas Gerais, Brasil. **Comptes Rendus de L'Academie des Sciences, Série IIA**, Paris, v.320, p. 287-294, 1995.

CANER, L.; TOUTAIN, F.; BOURGEON, G.; HERBILLON, A. J. Occurrence of sombric-like surface A horizons in some andic soils of the Nilgiri Hills (Southern India) and their palaeoecological significance. **Geoderma**. Geoderma, v.117, p. 251-265, 2003.

CANER, L.; BOURGEON, G.; TOUTAIN, F.; HERBILLON, A.J. Characteristics of non-allophanic Andisols derived from low activity clay regoliths in Nilgiri Hills (Southern India). **European Journal of Soil Science**, Oxford, v.51, p. 353– 363 , 2000.

CAMARGO, M. N.; HIRANO, C.; FREITAS, F. G. de; JACOMINE, P. K. T.; ANTUNES, F. dos.; SILVEIRA, C. O. da; BENNEMA, J. **Levantamento dos Solos da Região de Influência do Reservatório de Furnas.** Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura 1962, 462p.

CAMARGO, M.N.; KMBLE, J. M.; BEINROTH, F. H. **Proceeding of the VIII Internacional Soil Classification Workshop: Classification, Characterization and Utilization of Oxisols - Parte 2.** EMBRAPA/SMSS/AID/UPR. Rio de Janeiro, 239 p., 1988.

- CARVALHO, A.; LEPSCH, I. F.; OLIVEIRA, J.B.; VALADARES; ROTTA, C. L. Levantamento pedológico semi-detalhado do município de Atibaia (SP). **Bragantia**, Campinas, v. 34, n.1, p.1-58, 1975.
- COELHO, M. R.; SANTOS, H. G.; SILVA, E. F.; AGLIO, M. L. D. O Recurso Natural Solo In: **O Uso Agrícola dos Solos Brasileiros**. Org. MANZATTO, C. V.; FREITAS JÚNIOR, E; PERES, J. R. R. (Ed). Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, 174p., 2002.
- COLIN, F.; ALARCON, C.; VIELLARD, P. Zircon: an immobile index in soil? **Chemical Geology**, Amsterdam, v.107, p. 273-276. 1993.
- CONDIE, K.C.; DENGATE, J.; CULLERS, R.L. Behavior of rare earth elements in a paleoweathering profile on granodiorite in the Front Range, Colorado, USA. **Geochimica et Cosmochimica Acta**. New York, v.59, n. 2p. 279-294, 1995
- CONSTANTINO, R.; ACIOLI, A. N.S. Diversidade de Cumpins (Insecta: Isoptera) no Brasil. MOREIRA, F. M.S.;SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. **Biodiversidade do Solo em Ecossistemas Brasileiros**. Editora UFLA, 2008. p.277-298..
- COOPER, M.; VIDAL TORRADO, P.; LEPSCH, I. F. Stratigraphical discontinuities, tropical landscape evolution and soil distribution relationships in a case study in SE-Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p.673-683, 2002.
- DEMATTE, J. L. I.Zircônia e Titânio na fração areia de Solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, n.2, p.74-77, 1978.
- DE MARTONNE, E. Problèmes morphologiques du Bresil tropical atlantique. **Annales de Geographie**, Paris, v.49 (277): 1-27 e (278/279): 106-129, 1940.
- DE OLIVEIRA, P. E. **A palynological record of Late Quaternary vegetational and climatic change in southeastern Brazil**. PhD thesis. The Ohio State University, Columbus, Ohio, 238 pp. 1992.
- DE OLIVEIRA, P. E.; BEHLING, H.; LEDRU, M-P.; BARBERI, M.; BUSH, M.;SALGADO-LABORIAU, M. L.; GARCIA, M. J.; MEDEANIC, S.; BARTH,O.M.; BARROS, M. A.; SCHEEL-YBERT, R. Paleovegetação e Paleoclimas do Quaternário do Brasil. In.: **Quaternário do Brasil**. Org.: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; De OLIVEIRA, P. E.Ribeirão Preto: Editora Holos – ABEQUA. 2005. p.52-74.
- DRESS, L. R.; WILDING, L. P. Elemental variability within a sampling unit. **Soil Science Society American Proceedings**. Ann Arbor, v.37, p. 82-87, 1973.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e conservação de Solos, Rio de Janeiro. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos da margem direita do rio São Francisco**. Volume I Estado da Bahia, Recife, 1977.

_____ - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento e Reconhecimento dos solos do Estado do Espírito Santo**. Rio de Janeiro, EMBRAPA - SNLCS 1978. (Boletim técnico 45).

_____ - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Estudo expedito de solos do Estado do Rio de Janeiro para fins de classificação, correlação e legenda preliminar**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/SNLCS, 1980a. 208p. (Boletim Técnico, 62).

_____ - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Estudo expedito de solos do Estado do Rio Grande do Sul e parte de Santa Catarina, para fins de Classificação, correlação e legenda preliminar**. Rio de Janeiro, 1980b. (Boletim Técnico, 75).

_____ - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Estudo expedito de solos da região Sul de Minas Gerais, partes do alto São Francisco e campos das vertentes, para fins de classificação, correlação e legenda preliminar**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/SNLCS, 1980c. 158p. (Boletim Técnico, 72).

_____ - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Mapa de Solos do Brasil - 1:5.000.000**, 1981.

_____ - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Reunião de Correlação de Solos e Interpretação de aptidão Agrícola, 3**. Rio de Janeiro, EMBRAPA - SNLCS/SESC, 12, 1988.

_____ - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento e Reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Curitiba, EMBRAPA - SNLCS/SUDESUL/IAPAR, 1994. v. I. (Boletim técnico 5).

_____ - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento Semi-detalhado de solos do Município de Paty de Alferes e Sub-bacias do Córrego do Saco-Rio Ubá, RJ. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1998. (Boletim de Pesquisa, 8).

_____ - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento e Reconhecimento dos solos da região centro-leste do Estado do Paraná (área 10)**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2002a. 110 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, . 11).

_____ - Empresa Brasileira Pesquisa Agropecuária. **Caracterização dos solos do Município de Piraí do Sul, PR**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002b. 59 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 12).

_____ - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo.
Caracterização dos solos do Município de Castro, PR. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002c. 88 p.(Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. n.9)

_____ - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo.
Levantamento semidetalhado dos solos da microbacia do Ribeirão São Domingos, Estado de Minas Gerais. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004a, p. 1-86, (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 45).

_____ - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Solos do Estado de Santa Catarina.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004b. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 46).

FELLER, C.; BEARE, M.H. Physical control of soil organic matter dynamics in the tropics. **Geoderma**, Amsterdam, v.79, p.69-116, 1997.

GHIDIN, A. A.; MELO, V. F.; LIMA, V. C.; LIMA, J. M. J. C. Toposseqüências de LATOSSOLOS originados de rochas basálticas no Paraná. I. Mineralogia da fração argila. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p.293-306, 2006.

GOMES, J. B. V.; CURI, N.; MOTTA, P. E. F.; KER, J. C. MARQUES, J. J. G. S. M.; SCHULZE, D. G. Análise de componentes principais de atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos do bioma cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 28:137-157,2004.

GOUVEIA, S. E. M.; PESSENDA, L. C. R.; BOULET, R.; ARAVENA, R.; SCHEEL-YBERT, R. Isótopos do carbono dos carvões e da matéria orgânica do solo em estudos de mudanças de vegetação e clima no Quaternário e da taxa de formação de solos do estado de São Paulo. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 71, n,4-II, p. 969-980, 1999.

GOUVEIA, S. E. M.; PESSENDA, L. C. R. Datation par Le ¹⁴C de Charbons inclus dans lê sol pour l'étude du role de la remontée biologique de matière et du colluvionnement dans la formation de latosols de l'état de São Paulo, Brésil. **Comptes Rendus de L'Académie dès Sciences, Série IIA**, Paris, v.330, n 2, p. 133-138, 2000.

GOUVEIA, S.E.M. **Isótopos do carbono na avaliação do remonte biológico de Latossolos e Podzólicos e de eventos paleoclimáticos em distintas localidades do Brasil.** 2001. 116p. Tese (Doutorado na área de Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

GOUVEIA, S. E. M. ; PESSENDA, L. C. R.; ARAVENA, R.; BOULET, R.; SCHEEL-YBERT, R.; BENDASSOLI, J. A.; RIBEIRO, A. S.; FREITAS, H. A. Carbon isótopos in charcoal and soils in studies of paleovegetation na climate changes during the late Pleistocene and the Holecene in the southeast and centerwest regions of Brazil. **Global and Planetary Change**, Amsterdam, v. 33, p.95-106. 2002.

HASUI, Y. Neotectônica e aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**. Núcleo Minas Gerais, Belo Horizonte, v. 11, p. 131, 1990.

IBGE - Instituto Brasileiro de Cartografia e Estatística. Mapa Interativo de Climas do Brasil. In.: <http://mapas.ibge.gov.br/clima/viewer.htm>. 2005. Acessado em 20 de março de 2007a.

____ - Instituto Brasileiro de Cartografia e Estatística. Mapa Interativo de Climas do Brasil. In.: <http://mapas.ibge.gov.br/vegetacao/viewer.htm>. 2005. Acessado em 20 de março de 2007b.

JOHNSON, D. L.; KELLER, E. A.; ROCKWELL, T. K. Dynamic Pedogenesis: New Views on Some Key Soil Concepts, and a Model for Interpreting Quaternary Soil. **Quaternary Research**, San Diego, v.33, p. 306-319, 1990.

JUSTUS, J. **Subsídios para interpretação morfogenética através da utilização de imagens de radar**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, 204p., 1985.

KAMPF, N.; KLAMT, E. Mineralogia e Gênese de Latossolos (Oxisols) e Solos Podzólicos da Região Nordeste do Planalto Sul-Riograndense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 2, p. 68-73, 1978.

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

KING, L. A geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, v.18, n.2, p.147-236, 1956.

KOBATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Traces Elements in Soil and Plants**. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. Fourth Printing, 1986. 315p.

LAL, R. The potential of soils of the tropics to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect. **Advances in Agronomy**, New York, v.76, p.1-30, 2002.

LEDRU, M-P. Late Quaternary environmental and climatic changes in Central Brazil. **Quaternary Research**, San Diego, v.39, p.90-98, 1993.

LEPSCH, I.F.; BUOL, S. W. Oxisol-landscape relationship in Brazil. In: International Soil Classification Work Shop, 13, 1986 . Campinas. **Papers**. Campinas: SNLCS/EMBRAPA, USA, University of Puerto Rico, p. 174-189, 1986.

MARTIN, L.; BERTAUX, J.; CORRÈGE, T.; LEDRU, M-P.; MOURGUIART, P.; SIFEDDINE, A.; SOUBIÈS, F.; WIRRMANN, D.; SUGUIO, K.; TURCQ, B. Astronomical Forcing of Contrasting Rainfall Changes in Tropical South America between 12,400 and 8800 cal yr B.P. **Quaternary Research**, San Diego., v. 47, p. 117-122, 1997.

MINAS GERAIS. Secretaria de Ciência e Tecnologia. **Diagnóstico Ambiental de Minas Gerais**. Belo Horizonte: COPAM/CETEC, 242p., 1983.

MODENESI-GAUTIERI, M. C.; TOLEDO, M. C. De. Weathering and the formation of hillslope deposits in tropical highlands of Itatiaia – Southeastern Brazil. **Catena**, v.27, p.81-103, 1996.

MOTTA, P. E.F.; CARVALHO FILHO, A.; KER, J.C.; PEREIRA, N. R.; CARVALHO JUNIOR, W.; BLANCANEAUX, P. Relações solo-superfície geomórfica e evolução da paisagem em uma área do Planalto Central Brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n. 6, p. 869-878, 2002

MÜGGLER, C.C. **Polygenetic Oxisols on Tertiary surfaces, Minas Gerais, Brazil- Soil genesis and landscape development**. Thesis (PhD), The Netherlands: Wageningen Agricultural University, Wageningen, 1998. 185 p.

NAKASHIMA, P. **Estudo das formações superficiais na área de Campinas - Viracopos (SP): suas relações com a evolução geomorfológica e os solos**. 1973. 149p. Dissertação (Mestrado na área de Geografia Física) Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1973.

OLIVEIRA, V. A. De ; JIMENEZ-RUEDA, J.R. Relações solo/material litológico subjacente em latossolos de dois compartimentos do planalto central goiano. **Geociências**. São Paulo, v.21, n. 1/2. p.85-96, 2002.

OLIVEIRA, J. B. Solos o Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico. **Boletim Científico 45**. Campinas, Instituto Acgronômico, 1999a.

_____. Solos da folha de Piracicaba. **Boletim Científico, 48**. Campinas, Instituto Agrônômico, 173p.1999b.

OLIVEIRA, J. MENK, J. R. F.; ROTTA, C. L. Solos do Parque Estadual de Campos do Jordão. **Silvicultura**, São Paulo - Instituto Florestal, v.9: p. 125-156, 1975.

_____. **Levantamento Semidetalhado dos Solos do Estado de São Paulo: quadrícula de Campinas**. IBGE: Rio de Janeiro, 1979. 172 p

PARTON, W. J.; SCHIMEL, D. S.; COLE, C. V.; OJIMA, D. S. Analysis of factors controlling soil organic matter levels in Great Plains grasslands.. **Soil Science Society of America Journal**, Madson, v.51, p.1173–1179, 1987.

PESSENDA, L. C. R.; ARAVENA, R.; MELFI, A. J.; BOULET, R. The use of carbon isotopes (C-13, C-14) in soil to evaluate vegetation changes during the Holocene in central Brazil. **Radiocarbon**, New Haven, v.38, n. 2, p. 191–201, 1996b.

PESSENDA, L. C. R.; VALENCIA, E. P. E.; ARAVENA, R.; TELLES, E. C. C.; BOULET, R. Paleoclimate studies in Brazil using carbon isotopes in soils. In: WASSERMAN, J.C., SILVA-FILHO, E., VILLAS-BOAS, R. (Ed.). **Environmental Geochemistry in the Tropics**. Lecture Notes in Earth Sciences, Springer, Berlin, v.72, p. 7–16, 1998.

PESSENDA, L. C. R.; VALENCIA, E. P. E.; MARTINELLI, L. A.; CERRI, C. C.. ^{14}C measurements in tropical soil developed on basic rocks. **Radiocarbon**, New Haven, v.38, n.2, p. 203–208, 1996a.

QUEIROZ NETO, J. P.; MODENESI, M. C. Observações preliminares sobre as relações entre os solos e a geomorfologia na área de Itu-Salto, Estado de São Paulo. 1971 (inédito).

QUEIROZ NETO, J. P.; CASTRO, S. S. Formações Superficiais e Latossolos Vermelho-Amarelo Húmico na Área de Bragança Paulista. Estado de São Paulo, Brasil. In: Congresso Brasileiro de Geologia 18, Porto Alegre, 1974. **Anais**. Porto Alegre: SBG, p.65-83, 1974.

QUEIROZ NETO, J. P. Solos da região dos cerrados e suas interpretações. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 6, n. 1, p. 1-12, 1982.

RESENDE, M.; LANI, J. L.; REZENDE, S. B. Pedossistemas da mata atlântica: considerações pertinentes sobre a sustentabilidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.3, p.261-269, 2002.

RESENDE, M.; CURTI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. 4 ed. Viçosa, NEPUT. 1999. 338p.

RIBEIRO, A. C.; RESENDE, M.; FERNANDES, B. Latossolos com horizonte subsuperficial escurecido na região de Viçosa. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 19, p. 280-298, 1972.

ROSS, J. **Geografia do Brasil**. São Paulo, EDUSP/FDE, 2000. 549p.

SAIA, S. E. M. G.; PESSENDA, L. C. R.; GOUVEIA, S. E. M.; ARAVENA, R.; BENDASSOLLI, J. A. Last glacial maximum (LGM) vegetation changes in the Atlantic Forest, southeastern Brazil. **Quaternary International**, Oxford (2007), doi:10.1016/j.quaint.2007.06.029.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5 ed. Viçosa: SBCS, 2005. 100p.
SCHAEFER, C.E.R. Brazilian latosols and their B horizon microstructure as long-term biotic constructs. **Australian Journal Soil Research**, Melbourne, v. 39, pp. 909–926, 2001.

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

SILVA, A. C.; VIDAL TORRADO, P.; MARTINEZ CORTIZAS, A.; GARCIA RODEJA, E. Solos do topo da serra São José (Minas Gerais) e suas relações com paleoclimas no Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, p. 455-466, 2004.

Software SAS (Statistical Analyses System Institute), 2005-v8.02.

STOOPS, G.; BUOL, S. W. Micromorphology of Oxisols. In: L. A. DOUGLAS & M. L. THOMPSON (Eds), Soil Micromorphology and Soil Classification. **Soil Science Society American**, Madson, n.15, p.105-119, 1985.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambiente fluvial**. (Ambientes de Sedimentação e sua Interpretação e Importância). Curitiba: UFPR, 1979. 183 p.

TONUI, E.; EGGLETON, T.; TAYLOR, G. Micromorphology and chemical weathering of a K-rich trachyandesite and na assoiated sedimentary cover (Parkes, SE Australia). **Catena, Amsterdam**, v.53, p.181-120, 2003. Acessado em : <http://www.periodicos.capes.gov.br/>. em 10 out. 2008.

TSAI, C. C. ; CHEN, Z. S. Lithologic discontinuities in ultisols along a topossequence in Taiwan. **Soil Science**, Madison, n. 167, v, 7, p. 587-596, 2000.

3 DATAÇÃO DE ^{14}C E ISÓTOPOS DE CARBONOS ESTÁVEIS ($\delta^{13}\text{C}$) DA MATÉRIA ORGÂNICA DO HORIZONTE A HÚMICO EM LATOSSOLOS

Resumo

A ocorrência de Latossolos com um horizonte superficial húmico muito espesso (100-150 cm), considerado hiperdesenvolvido, desperta inquietudes a cerca de sua gênese. A maioria dos estudos desse subgrupo de Latossolo conjectura um solo relictual, desenvolvido sob condições edafoclimáticas distintas das atuais. Esse estudo objetivou reconhecer, por meio de análises isotópicas e datação de ^{14}C , as prováveis mudanças paleoambientais ocorridas durante o Holoceno e as possíveis implicações no hiperdesenvolvimento do horizonte húmico em Latossolos nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil. Para isso foram estudados 10 pedons localizados, predominantemente, nos topos de vertentes e sob vegetação nativa. Os fragmentos de carvão sugerem a ocorrência de incêndios em prováveis períodos mais seco do Holoceno médio. Os valores $\delta^{13}\text{C}$ mais enriquecidos ($\sim -21\text{‰}$ a -19‰) registrados na base do horizonte A húmico sugerem floresta mais aberta, com mistura de plantas de ciclo fotossintético C_3 e C_4 , com maior contribuição de plantas C_3 , indicando a presença de um clima mais seco do que o atual no Holoceno inferior/médio nas regiões Sudeste e Nordeste. Neste mesmo período, o sinal isotópico obtido nos solos da região Sul indicou uma vegetação com maior contribuição de plantas C_4 (-13‰ a -18‰), associada a um clima mais seco e frio do que o atual e do que aquele encontrado na região Sudeste. Em todas as áreas, a partir de ~ 3.000 a ~ 2.000 anos AP, ocorreu uma expansão de formações mais florestadas, associadas à condições de maior umidade, por vezes em temperatura mais fria do que o período anterior no Sul, semelhante a atuais condições ambientais ai prevalentes.

Palavras-chave: Horizonte A húmico; Latossolos; Análise isotópica; Paleovegetação; Matéria orgânica do solo

Abstract

Radiocarbon Dating and stable Carbon Isotopes ($\delta^{13}\text{c}$) of the Organic Matter of the A humic Horizon in Latosols

The occurrence of very thick (100-150 cm) humic epipedons in Latosols, raises inquietudes about their polygenia. Most studies of this Latosol subgroup (Lh) conjecture then as a relic soil, developed under more distinct edafoclimatic conditions than the present one. This study aimed to recognize, through of isotopic analysis and ^{14}C dating, the possibles paleoenvironment changes that occurred during the Holocene and their possible implication on the overdevelopment this humic horizon in Lh from Brazil's South, Southeast and Northeast regions .Soil materials from 10 representative pedons – located on hill summits and under native vegetation - were sampled and studied Their charcoal fragments suggest wildfires events probably on drier than present periods that

took place on the middle Holocene period. The more enriched $\delta^{13}\text{C}$ values registered in the bottom of the humic A horizon suggests a more open kind of vegetation, with a C_3 and C_4 blend of photosynthetic cycle plants, and with the more contributing C_3 plants (opened forest), associated to drier climate than actual one into middle Holocene in the Southeast and Northeast regions. In this same period, the soil isotopic value from the Southern region points to a kind of vegetation with more contribution of C_4 plants (grasslands/campos), associated to drier and colder climate than both the present one and that one of the Southeast region. In all areas to starting of ~ 3.000 -- ~ 2.000 years BP, a forest expansion occurred, and it was associated to more humid condition, sometimes colder than early period in the South region, similar to actual one.

Keywords: Humic A horizon; Latosols; Isotopic analysis; Paleovegetation; Soil organic matter

3.1 Introdução

A matéria orgânica encontrada no solo (MOS) provém, quase que exclusivamente da vegetação de cobertura, assim, é entendida como um testemunho dos eventos climáticos que ocorreram nos últimos milhares de anos. Um dos principais aspectos dos Latossolos com horizonte húmico (Lh) é a presença de fragmentos de carvão vegetal que se distribuem ao longo do perfil (SILVA; VIDAL TORRADO, 1999). Esses autores explicaram a gênese do horizonte húmico encontrados no Sul de Minas Gerais, pautados na ação conjunta de movimentos coletivos de solo (solifluxão), remonte biológico e na decomposição de fragmentos de carvão ao longo do perfil.

A constatação de fragmentos de carvão em profundidade pode ser indício de alternâncias climáticas (PESSENDA et al., 2005), mas também pode estar associada ao soterramento por remonte biológico (BOULET et al., 1995; GOUVEIA; PESSENDA, 2000). Os estudos realizados a esse respeito nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil apresentam significativa concordância nas interpretações paleoclimáticas (PESSENDA et al., 2005). Entre cerca de 11.000 anos AP até 4.000 anos AP houve um período mais seco que o atual, que teria propiciado a expansão de uma vegetação mais aberta, com predomínios de plantas C_4 , nas regiões Sul e Sudeste (PESSENDA et al., 1996a, 1998a; BEHLING, 1995, 1997a, b, 1998, 2002; BEHLING; LICHTER, 1997; BEHLING; LICHTER; MIKLÓS, 1998.; GOUVEIA et al., 1999, 2002). Esta fase mais seca também foi identificada nas regiões Norte e Nordeste no período de 9.000-8.000 anos

AP até ~ 3.000 anos AP (GOUVEIA et al., 1997; PESSEDA et al., 1998a, b, c; 2001; FREITAS et al., 2001; RIBEIRO, 2002).

Nos estudos de reconstrução paleoambiental as técnicas isotópicas ($\delta^{13}\text{C}$) permitem determinar a origem da MOS analisada (plantas C_3 , C_4 ou mistura de plantas) e a de datação por ^{14}C determina a cronologia do material (PESSEDA et al., 2005). A técnica de datação por ^{14}C tem sido usada em estudos da MOS desde a década de 1.950, pois possibilita o acompanhamento dos processos de deposição ao longo do perfil, verificar a estabilidade das diferentes frações e estimar a cronologia da formação da MOS (VIDOTTO, 2008).

A história pedogenética dos Latossolos no Brasil envolve alternâncias climáticas e ciclos erosivos desde o Terciário, podendo assim ser considerados solos poligenéticos (MÜGGLER, 1998; SCHAEFER, 2001). Esses solos sempre tiveram horizonte A, de maior ou menor espessura. Por razão pouco esclarecida, aparentemente, alguns Latossolos passaram a acumular matéria orgânica e a espessarem o horizonte A até profundidade que podem ultrapassar 150 cm provavelmente sob um clima distinto do atual, ao longo do Holoceno (LEPSCH; BUOL, 1986).

Considerando a hipótese de que os Lh são registros de condições ecológicas diferentes das atuais, objetivou-se reconhecer, por meio de análises isotópicas e datação de ^{14}C , as prováveis mudanças paleoambientais ocorridas durante o Holoceno/Pleistoceno e as possíveis implicações no hiperdesenvolvimento do horizonte húmico desses solos. Para isso foram realizadas determinações da composição isotópica ($\delta^{13}\text{C}$) da matéria orgânica em 10 perfis de Lh, visando constatar eventuais mudanças da vegetação no passado e a partir destas, inferir sobre a ocorrência de mudanças climáticas, e a datação ^{14}C para estimar a cronologia com a história do horizonte húmico nas regiões Sul e Sudeste do Brasil.

3.2 Desenvolvimento

3.2 .1 Material e Métodos

3.2.1.1 Área de estudo

O estudo foi realizado em dez perfis distribuídos entre as regiões Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil (Figura 3.1). Esses perfis são representativos das diferentes condições fisiográficas em que os Lh ocorrem.

Esses solos são formados a partir de distintos materiais de origem (Apêndice A) e se distribuem dentro da faixa tropical e subtropical do país, englobando as regiões Nordeste, Sul e Sudeste, sob condições de clima e vegetação bastante variadas. Eles estão situados em posição de topo, exceto o P8 (Nova Friburgo, RJ), o P11 (Manhuaçu, MG) e o P26 (Ponta Grossa, PR) que se encontram em média vertente e fundo de vale, respectivamente.



Figura 3.1 - Localização das áreas de estudo

3.2.1.2 Descrição e Coleta

Foram abertas trincheiras com 200 cm de profundidade para descrição e coleta e, naqueles solos em que o horizonte húmico apresentou mais de 150 cm de espessura, a profundidade das trincheiras foi de 300 cm. Os solos foram descritos conforme Santos et al. (2005) e coletados, aproximadamente, 2 kg de solos por horizonte para datação, análises físicas e químicas de rotina, e 1kg a cada 10 cm para análises isotópica e fitolítica, da base para o topo da trincheira. Os perfis foram classificados até o quarto nível categórico, conforme Embrapa (2006).

3.2.1.3 Granulometria

A análise granulométrica da fração terra fina seca ao ar (TFSA) foi realizada no Laboratório de Ciência do Solo - ESALQ/USP, através do método do densímetro. Os resultados foram expressos em gramas por kilograma (g. kg^{-1}) de argila de solo.

3.2.1.4 Composição Isotópica ($\delta^{13}\text{C}$) e Determinação do Carbono Orgânico Total da MOS

O carbono possui naturalmente dois isótopos estáveis, o ^{13}C e o ^{12}C . A razão entre os isótopos $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ em materiais naturais varia muito pouco em torno de seus valores médios, como resultado do fracionamento isotópico durante processos físicos, químicos e biológicos ao longo do tempo de permanência da MOS. Esta variação isotópica é relativamente pequena nas plantas e na matéria orgânica, com materiais mais enriquecidos (os que apresentam valores mais altos de ^{13}C), diferindo dos menos enriquecidos, ou mais empobrecidos (valores mais baixos de ^{13}C), em aproximadamente 2% ou 20 partes *per mil* (‰) (BOUTTON, 1996 apud VIDOTTO, 2008⁴). O uso dos isótopos estáveis em amostras ambientais é realizado por meio da

⁴ BOUTON, T.W. Stable carbon isotope ratios of natural materials. II. Atmospheric, terrestrial, marine and freshwater environments. In.: COLEMAN, D.C.; FRY, B (Ed.). **Carbon isotope techniques**. New York: Academic Press, 1991, p. 155-171.

_____ Stable carbon isotope ratios of soil organic matter and their use as indicators of vegetation and climate change. In.: BOUTTON, T.W. ; YAMASAKI, SI. (Ed). **Mass spectrometry of soils**. New York: Marcel Dekker, 1996, p.47-82.

BOUTTON, T. W., ARCHER, S.R., MIDWOOD, A. J.; ZITZER, S.F.; BOL, R. $\delta^{13}\text{C}$ values of soil matter and their use in documenting vegetation change in a subtropical savannah ecosystem. **Geoderma**, Amsterdam, v.82, p. 5-41, 1998.

determinação da composição isotópica no material em estudos e nas suas possíveis fontes.

A composição dos isótopos do carbono ($\delta^{13}\text{C}$ ou $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) das espécies de plantas do ciclo fotossintético C_3 (arbóreas, arbustivas e algumas Poaceae) varia entre -22,0‰ e -32,0‰, com média de -27,0‰. Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ das espécies de plantas de ciclo fotossintético C_4 (maioria das Poaceae) variam entre -9,0‰ e -17,0‰, com média de -13‰. Desta forma, plantas do tipo C_3 e C_4 possuem valores de $\delta^{13}\text{C}$ que diferem, aproximadamente, 14‰ entre si. Plantas CAM⁵ apresentam valores similares às plantas C_4 (BOUTTON, 1991, 1996; BOUTTON et al., 1998 apud VIDOTTO, 2008).

A análise de $\delta^{13}\text{C}$ para determinação da composição isotópica e do teor de carbono orgânico total (COT) no material estudado foi realizada no Laboratório de Isótopos Estáveis - CENA/USP, em um espectrômetro de massa acoplado a um analisador elementar ANCA SL, Europa Scientific. Os resultados de COT foram expressos em gramas por quilograma (g. kg^{-1}) de peso seco e os da composição isotópica são apresentados em unidade de δ (‰), determinada em relação ao padrão internacional PDB e referem-se à média de duas determinações, com precisão de $\pm 0,2\%$.

$$\delta^{13}\text{C} = \frac{R_{\text{amostra}} - R_{\text{PDB}}}{R_{\text{PDB}}} \times 1000$$

onde $R = ^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ para a razão isotópica do carbono.

3.2.1.5 Datação por ^{14}C

Foram selecionadas quatorze (14) amostras em sete (7) solos estudados nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (amostras da base e do meio do horizonte húmico) para datação ^{14}C . No P16 (Xanxerê - SC) não foi encontrado fragmento de carvão, por isso a datação foi realizada na fração húmica, extraída de 240 g de solo conforme procedimentos descritos em Pessenda et al. (1996a, b). Nos demais perfis a datação foi realizada em fragmentos de carvão que foram separados do solo por peneiramento e flutuação em água. O material para datação (fração húmica e fragmentos de carvão) foi encaminhado ao Laboratório de Isótopos Estáveis do CENA/USP para análise por

⁵ CAM (Crassalacean acid metabolism)

espectrometria de cintilação líquida (PESSENDA; CAMARGO, 1991) e por MAS (Espectrometria de Massa Acoplada a Acelerador de Partículas) no Laboratório IsoTrace em Toronto (Canadá) e no Center for Applied Isotopes Studies, na Universidade da Geórgia. A idade ^{14}C é expressada em anos AP (antes do presente), normalizada a -25,0‰ (PDB), sendo o presente o ano de 1950.

3.2.2 Resultados

3.2.2.1 Atributos e Propriedades dos Solos

Os solos estudados foram classificados, conforme Embrapa (2006) em: Latossolo Amarelo Distrófico húmico textura argilosa – LAd, Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico - LVAd, Latossolo Vermelho Distrófico húmico – LVd, Latossolo Vermelho Distroférico húmico - LVdf, Latossolo Bruno Distrófico húmico - LBd e Latossolo Bruno Ácrico húmico – LBw (Figura 3.2 e 3.3).

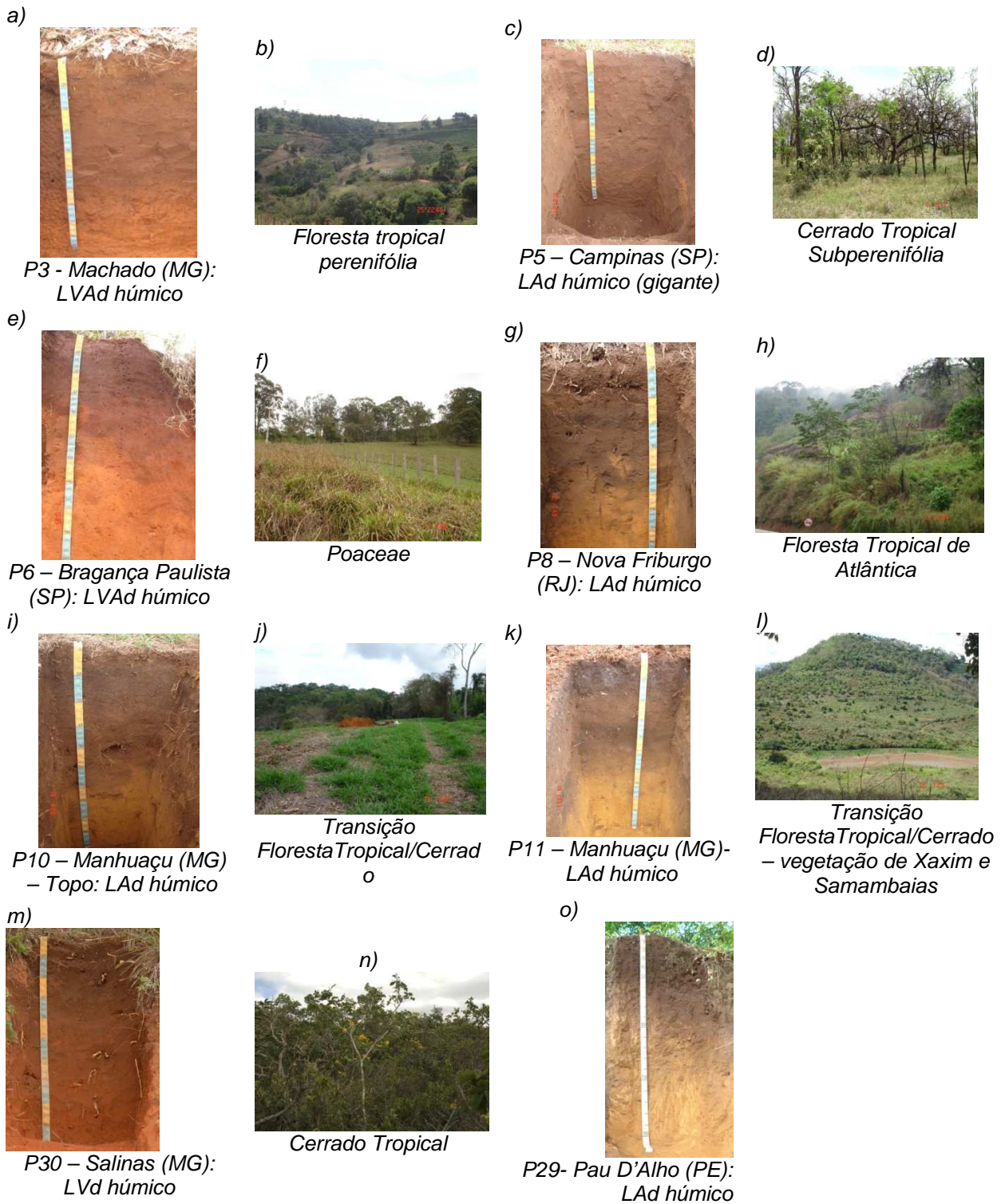


Figura 3.2 - Fotos de perfis de Latossolo com horizonte A húmico das regiões Sudeste e Nordeste do Brasil e aspectos da vegetação local.

São solos de textura argilosa (alguns perfis do Sudeste) e muito argilosa (perfis do Sul e do Sudeste) (Tabelas 3.1 e 3.2). Os teores de argila aumentaram muito pouco em profundidade, tendência comum a esta classe de solo (Tabela 3.1). Mesma tendência foi constatada para os valores de pH. Nos solos estudados foram encontrados fragmentos de carvão distribuídos nos perfis, sendo comum a ocorrência de linhas de fragmentos de carvão entre 100 e 150 cm de profundidade.

O horizonte húmico é escuro (valor e croma ≤ 4). O contraste com horizonte B subjacente é mais nítido nos Latossolos Vermelho-Amarelo e Amarelo (Figura 3.2) do que nos Brunos e Vermelhos da região Sul (Figura 3.3).

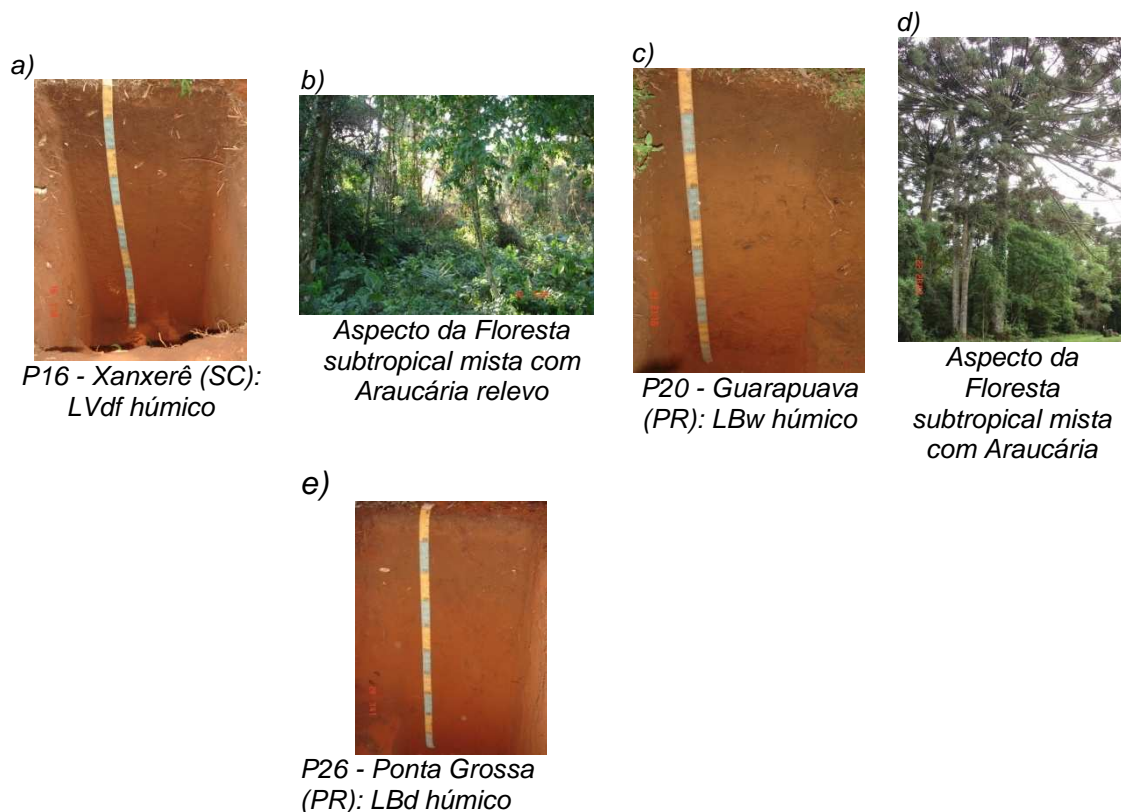


Figura 3.3 - Fotos de perfis de Latossolo com horizonte A húmico da região Sul do Brasil e aspectos da vegetação local.

Observou-se uma diminuição nos teores de COT em profundidade, que é comum em solos temperados e tropicais (PARTON et al., 1987) e observada na maioria dos estudos isotópicos realizados no Brasil (VIDOTTO, 2008). Teores de COT superiores a

12 g.kg⁻¹ ocorrem a partir da base do horizonte húmico, em média a 120 cm, aumentando progressivamente em direção ao topo do perfil (Tabelas 3.1 e 3.2).

O P3 (Machado-MG) apresentou teor de COT de 9,3 g.kg⁻¹ (200 cm) com aumento progressivo até 46,9 g.kg⁻¹ na superfície (10-0 cm).

Em Campinas (P5) o teor de COT encontrado varia de 7,1 g.kg⁻¹ na base (300 cm) e aumenta significativamente em direção a superfície até 41,1 g.kg⁻¹ (10-0 cm).

No P6 (Bragança Paulista – SP) os teores variam de 7,1 g.kg⁻¹ na base (185 cm) para 26,6 g.kg⁻¹ na superfície (10-0 cm). O P8 (Nova Friburgo – RJ) apresentou aumento no teor de COT de 10 g.kg⁻¹ na base (200 cm) para 101 g.kg⁻¹ na superfície (25-0 cm).

Tabela 3.1 - Localização e características dos solos das Regiões Sudeste e Nordeste.

Horz.	Prof. Cm	Cor Munsell	Argila -----g. kg-1-----	(Continua) COT
REGIÃO SUDESTE				
<i>Perfil 3: Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo ondulado (Machado -MG) – 21° 38' 07" Lat. S e 45° 56' 15.6" Long. W</i>				
Ap	0-10	5YR 3/2	454,66	46,9
A2	10-60	5YR 2,5/2	498,4	45,6
A3	60-85	5YR 2,5/2	566,2	33,4
AB	85-120	5YR 2,5/2	539,6	29
BA	120-140	5YR 4/4	597,3	18,7
Bw1	140-170	5YR 4/6	623,5	12,5
Bw2	170-200+	5YR 5/8	649,7	9,3
<i>Perfil 5: Latossolo Amarelo Distrófico húmico (gigante) textura argilosa fase cerrado tropical subperenifólia relevo plano (Campinas-SP) - 23° 00' 58" Lat. S e 45° 56' 15" Long. W</i>				
Ap	15	7,5YR 2/1	429,5	41,1
A2	40	7,5YR 3/1	514,7	27,8
A3	770	7,5YR 3/2	500,3	24,8
A4	100	7,5YR 3/2	535,2	25
A5	150	7,5YR 3/2	544,9	21,3
AB	220	7,5YR 3/3	545,6	16,2
BA	260	7,5YR 3/3	553,1	16,2
Bw	300	7,5YR 4/6	582,6	7,1

Tabela 3.1 - Localização e características dos solos das Regiões Sudeste e Nordeste.

(Continuação)				
Horiz.	Prof Cm	Cor Munsell	Argila -----g.kg-1-----	COT
REGIÃO SUDESTE				
Perfil 6: Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico textura argilosa relevo plano (Bragança Paulista - SP) - 22° 50' 11" Lat. S e 46° 33' 17" Long. W				
Ap	10	5YR 3/2	543,4	26,6
A2	20	5YR 2,5/2	545,1	28
A3	75	5YR 2,5/2	532,3	27,1
A4	112	5YR 3/3	543,8	19,7
AB	125	5YR ¾	532,9	14,2
BA	148	5YR 4/6	547,5	9,4
Bw	185	5YR 5/8	549,6	7,1
Perfil 8: Latossolo Amarelo Distrófico húmico textura argilosa relevo forte ondulado fase floresta tropical (Nova Friburgo - RJ) - 22° 13' 19" Lat. S e 42° 30' 23" Long. W				
Ap	25	7,5YR 3/1	366,2	100,7
A2	70	7,5YR 2,5/1	313,9	98,9
A3	100	7,5YR 2/1	450,8	28,2
AB	120	7,5YR 3/3	440,3	18,2
BA	160	7,5YR 4/3	475,8	12,3
Bw	200	7,5YR 5/6	465,5	10
Perfil 10: Latossolo Amarelo Distrófico húmico textura argilosa fase floresta tropical relevo suave ondulado (Realeza - Distrito de Manhuaçu - MG) (Topo de vertente) - 20° 15' 04" Lat. S e 42° 10' 36" Long. W				
Ap	25	7,5YR 2,5/1	472	57,5
A2	60	7,5YR 2,5/1	533,4	44,8
A3	82	7,5YR 2,5/2	568,8	32
AB	100	7,5YR 2,5/3	606,8	27,6
BA	130	7,5YR 4/4	596,1	22,3
Bw1	180	7,5YR 5/6	637,4	9,7
Bw2	210	7,5YR 5/8	637,8	6,5
Perfil 11: Latossolo Amarelo Distrófico húmico textura argilosa fase floresta tropical relevo suave ondulado (Realeza - Manhuaçu -MG) - 20° 14' 53" Lat. S e 42° 10' 20" Long. W				
Ap	20	10YR 2/1	564,1	0,81
A2	40	10YR 2/2	623,3	0,8
A3	70	10YR 3/2	659,7	0,8
A4	90	10YR 2/1	669,3	0,82
AB	120	10YR ¾	691,1	0,79
BA	165	10YR 5/6	689,4	0,84
Bw	210	10YR 5/8	702,5	1,0

Tabela 3.1 - Localização e características dos solos das Regiões Sudeste e Nordeste.

Horizontes	Profundidade cm	Cor Munsell	Argila -----g. kg ⁻¹ -----	COT
REGIÃO SUDESTE				
<i>Perfil 30: Latossolo Vermelho Distrófico húmico textura muito argilosa fase cerrado tropical (Salinas - MG) - 16°16' 16" Lat. S e 42° 58' 50" Long. W</i>				
Ap	30	5YR 3/3	579,7	35,7
A2	60	5YR 3/2	631,4	23,9
A3	75	5YR 3/3	632,1	18,7
A4	100	5YR 3/4	657,4	16,7
AB	130	5YR 4/4	659,3	14,5
BA	160	2,5YR 4/4	659,3	12,2
Bw	210	2,5YR 4/6	685,2	8,3
REGIÃO NORDESTE				
<i>Perfil 29: Latossolo Amarelo Distrófico húmico textura argilosa (Pau D'Alho - PE) 7° 51'41" Lat. S e 35° 12' 21" Long. W</i>				
A	30	10YR 2/1	344,0	28,6
A2	54	10YR 2/1	418,8	19,1
A3	90	10YR 3/2	418,7	14,8
AB	140	10YR 3/3	481,3	8,6
BA	180	10YR 4/4	517,4	6,4
Bw	210	10YR 5/6	540,8	5,4

Os perfis P10 e P11 (Manhuaçu - MG) apresentaram teores entre 6,5 g.kg⁻¹ e 10,2 g.kg⁻¹ na base da trincheira (210 cm), respectivamente, aumentando progressivamente para 57, 5 e 68 g.kg⁻¹ (25-0 cm) em superfície (25-0 cm).

Os perfis da região Sul apresentaram teores de COT maiores do que os apresentados nos perfis das regiões Sudeste e Nordeste (Tabela 3.2). O P26 (Ponta Grossa – PR) apresentou os maiores valores para esta região, variando de 12 g.kg⁻¹ na base (170 cm) para 92,7 g.kg⁻¹ na parte superficial do perfil (10-0 cm) (Tabela 3.2).

O P16 (Xanxerê - SC) apresentou 5,4 g.kg⁻¹ de COT entre 200-160 cm, aumentando progressivamente para 55,7 g.kg⁻¹ em superfície (20-0 cm) (Tabela 3.2). E no P20 (Guarapuava – PR) os valores de COT variaram de 5,7 g.kg⁻¹ na base do perfil (210-140 cm) a 41,4 g.kg⁻¹ na superfície (35-0 cm)

Tabela 3.2 - Localização e características dos solos da Região Sul.

Horiz.	Prof Cm	Cor Munsell	Argila -----g. kg-1-----	COT
REGIÃO SUL				
Perfil 16: Latossolo Vermelho Distroférico húmico textura muito argilosa fase floresta subtropical mista com Araucária relevo plano (Xanxerê –SC) - 26° 52' 44" Lat. S e 52°256'26" Long. W				
Ap	20	5YR 2,5/2	615,8	55,7
A2	50	5YR 3/2	652,7	37,2
A3	70	5YR 3/3	703,9	24,8
AB	100	5YR 3/3	680,8	20,8
BA	120	2,5YR ¾	715,1	18,7
Bw1	160	2,5YR 3/6	710,2	12,9
Bw2	200	2,5YR 4/6	738,4	5,4
Perfil 20: Latossolo Bruno Ácrico típico A húmico textura muito argilosa fase floresta subtropical mista com Araucária relevo suave ondulado (Guarapuava - PR) - 25° 21'09" Lat. S e 51°28' 01" Long. W				
A	35	2,5YR 3/1	608,8	41,4
A2	60	5YR 2,5/3	661,3	24,9
A3	90	5YR 3/3	660,5	21,1
AB	120	5YR 3/3	647,6	17,8
BA	140	4YR ¾	675,2	12,5
Bw	205	2,5YR 3/6	716	5,7
Perfil 26: Latossolo Bruno Distrófico típico A húmico textura muito argilosa fase floresta subtropical mista com Araucária relevo suave ondulado (Ponta Grossa – PR) - 25° 08' 54" Lat. S e 50° 09' 06" Long. W				
Ap	10	5YR 2,5/1	480,1	92,7
A2	33	5YR 3/3	598,7	48
A3	62	5YR 3/1	569,2	28,7
A4	95	7,5YR 3/3	581,5	33,2
AB	110	5YR 2,5/2	552	21,9
BA	135	5YR 4/4	534,8	20,9
Bw	170	5YR 4/6	582,6	12

3.2.2.2 Composição do $\delta^{13}\text{C}$ da MOS e Datações ^{14}C

3.2.2.2.1 Regiões Sudeste e Nordeste

Na interpretação dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ da MOS, assumimos que as variações isotópicas menores que 4‰ estão associados ao fracionamento isotópico que ocorre durante a decomposição da matéria orgânica e das variações na composição isotópica do carbono do CO_2 atmosférico (BOUTTON, 1996; SAIA et al., 2007). Somente aquelas maiores que 4‰ são associadas às mudanças de comunidades de plantas (DESJARDINS et al., 1996; SAIA et al., 2007). Na Tabela 3.3 são apresentadas as

datações efetuadas em fragmentos de carvões encontrados nos perfis para estimar a cronologia das variações na composição isotópicas da matéria orgânica dos solos estudados nas região Sudeste. Não foram observadas inversões de idade, elas aumentam em profundidade. Em geral as datações apresentaram idades dentro do Holoceno, a partir de 10.320 anos AP.

Tabela 3.4: Idades de datação ^{14}C de fragmentos de carvão em relação a profundidade de solos da Região Sudeste

Perfil	Identificação do Laboratório	----- ^{14}C -----		
		Material datado	Profundidade (cm)	Idade (anos AP)
P3 – Machado (MG)	UGAMS 3398	Carvão	20-40	210±30
	UGAMS 3399	Carvão	100-120	10.320±120
P5 – Campinas (SP)	CEN-1068	Carvão	80-100	2.770±90
	CEN 1075	Carvão	160-180	5.560±100
	CEN-1069	Carvão	200-220	6.710±140
P6–Bragança Paulista (SP)	UGAMS-400	Carvão	20-40	4.780±30
	CEN-1076	Carvão	100-120	5.190±90
P8 – Nova Friburgo (RJ)	UGAMS-401	Carvão	25-70	1.810±40
	UGAMS-402	Carvão	100-120	4.610±40
P10 – Manhuaçu (Topo) (MG)	TO -13487	Carvão	60-80	1.340±70
	TO-1348	Carvão	100-120	5.740±70
P30 – Salina (MG)	TO-13489	Carvão	0-30	Moderna
	CEN-1067	Carvão	60-75	2.320±100
	TO-13490	Carvão	160-210	6.440±60

TO- IsoTrace Laboratory, Toronto, Canadá

CEN- Laboratório ^{14}C , CENA/USP

UGAMS- Center for Applied Isotopes Studies, University of Georgia.

O conjunto geral de resultados de $\delta^{13}\text{C}$ (Apêndices F e G) indica tendência de empobrecimento de ^{13}C (valores mais negativos) da MOS da base para o topo dos perfis, exceto para o perfil de P5 que apresenta tendência inversa, isto é, enriquecimento em superfície. Os resultados $\delta^{13}\text{C}$ são apresentados na Figura 3.3.

O P3, sob vegetação de floresta mais aberta, apresentou na camada superficial (10-0 cm) valor -23,01‰, característico de predomínio de plantas C_3 (PESSENDA et al., 1996b, 1998a). No intervalo entre 120 e 40 cm os resultados de $\delta^{13}\text{C}$ indicam um empobrecimento isotópico progressivo de -23,22 ‰ para -25,03‰. Na base, esses valores podem estar relacionados ao fracionamento da MOS ou à existência de uma vegetação local composta, predominantemente, por plantas C_3 a partir de ~10.320±120

anos AP. Entre 40 e 20 cm os valores $\delta^{13}\text{C}$ são mais empobrecidos, sugerindo o estabelecimento progressivo de uma formação mais florestada, provavelmente associada a um clima mais úmido.

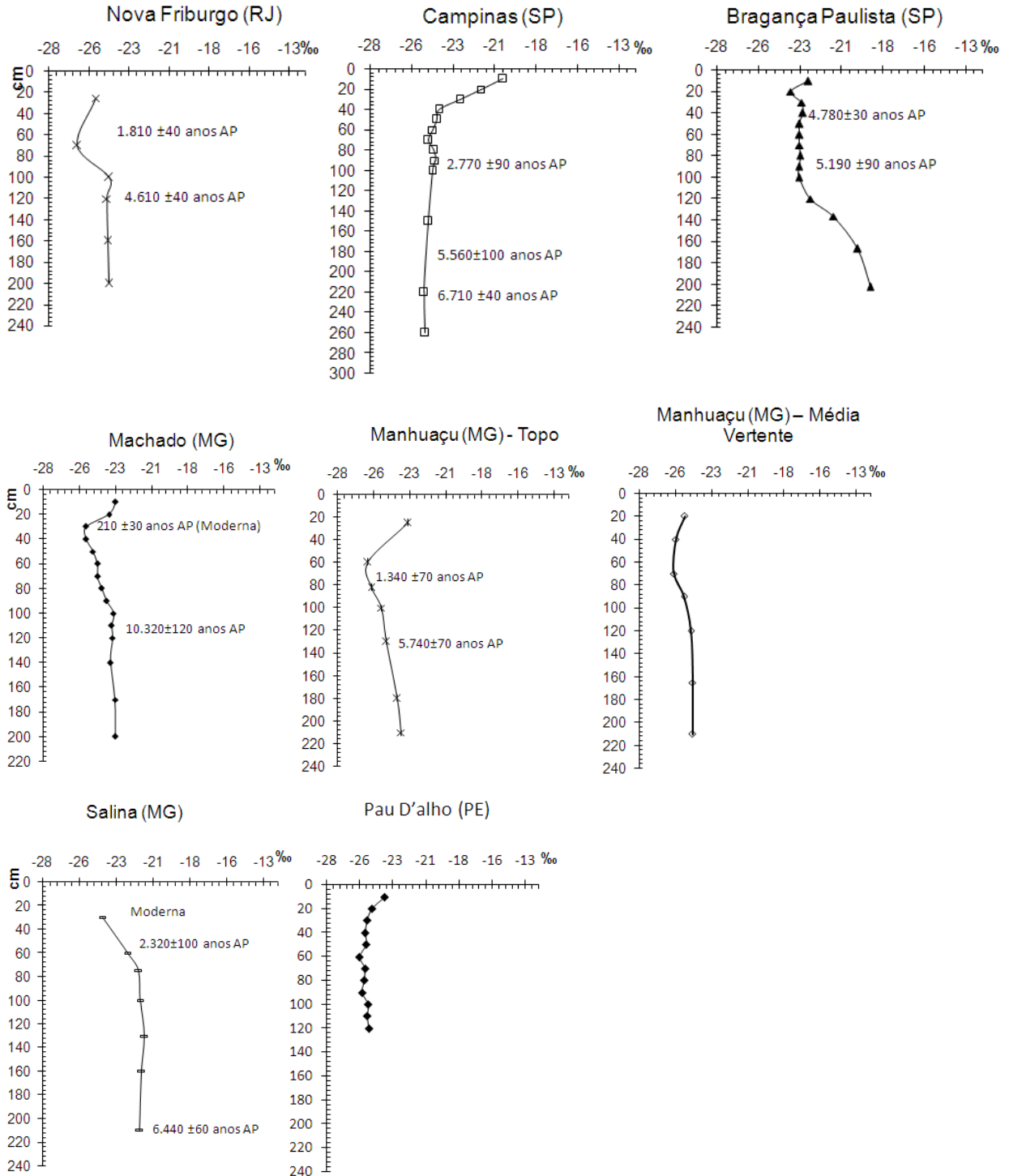


Figura 3.4 - Variação de $\delta^{13}\text{C}$ em relação a profundidade do solo (Região Sudeste).

Nos últimos 20 cm, a partir de 210 ± 20 anos AP, apresentou pequeno enriquecimento para $-23,01 \text{ ‰}$ e uma linha de fragmentos de carvões, que pode refletir a atividade antrópica no período pós-colonização européia (SILVA; VIDAL TORRADO, 1999).

Para o P5, o valor de $\delta^{13}\text{C}$ da MOS apresentou-se característicos de plantas C_3 em praticamente todo o perfil. O valor de $-19,98 \text{ ‰}$ no horizonte Ap (10-0 cm) caracteriza a vegetação de cobertura (cerradinho) atual, com predomínio de plantas C_4 (Figura 3.2f). No intervalo entre 260 e 30 cm observaram-se valores entre $-24,66 \text{ ‰}$, e $-23,83 \text{ ‰}$, característico de planta C_3 (GOUVEIA et al., 1999, 2002; PESSEDA et al., 1996b; 1998a), que indicam a presença de uma eventual vegetação de floresta a ~ 6.710 anos AP (Figura 3.4). A partir de 30 cm os valores indicaram um enriquecimento, sugerindo uma abertura da vegetação e a influência de plantas C_4 (PESSEDA et al., 1996a), indicativo de um clima mais seco e/ou a influência antrópica. A presença de linha de carvões entre 80-100 cm sugere maior frequência de incêndios (GOUVEIA et al., 1999, 2002; GOUVEIA 2001) por volta de 2.770 ± 90 anos AP.

No P6 (Bragança Paulista-SP) o valor $\delta^{13}\text{C}$ de $-22,37 \text{ ‰}$ no horizonte Ap (0-10 cm), assinala a contribuição de plantas C_4 na vegetação de cobertura atual (floresta), fortemente alterada pela ação antrópica (Figura 3.4). No intervalo entre 220-150 cm os valores apresentaram-se mais enriquecidos ($-18,77 \text{ ‰}$ a $20,99 \text{ ‰}$), indicando a presença de um mistura de plantas C_3 e C_4 (PESSEDA et al., 1996b, 1998a).

A partir de 150 cm de profundidade os valores apresentaram-se mais empobrecidos e variaram, da base para o topo, de $-22,37 \text{ ‰}$ a $-23,54 \text{ ‰}$ (PESSEDA et al., 1996b), o que pode ser devido ao progressivo estabelecimento de uma vegetação florestada a partir de ~ 5.190 anos AP, provavelmente associada a um clima mais úmido. Entre 20 e 40 cm são encontrados fragmentos de carvão, o que sugere maior frequência de incêndios (GOUVEIA et al., 1999, 2002; GOUVEIA, 2001) por volta de ~ 4.780 anos AP.

Os perfis de Nova Friburgo-RJ (P8) e de Manhuaçu- MG (P10–topo e P11–média vertente) não apresentaram variações em profundidade. Os valores são característicos de plantas C_3 (PESSEDA et al., 1996b; 1998a.). Apresentaram valores na camada superficial (20-0 cm) de $-25,08 \text{ ‰}$, $-23,11$ e de $-24,84 \text{ ‰}$, respectivamente (Figura 3.4).

Esses valores são característicos de plantas C_3 , compatíveis com a vegetação de cobertura atualmente encontrada nas áreas (floresta tropical). Os valores apresentados nos níveis inferiores dos perfis ($\sim -24,0\text{‰}$) sugere vegetação florestada desde $\sim 4.500 - 5000$ anos AP.

O P30, localizado no setor Norte do Estado de Minas Gerais, apresentou valor $\delta^{13}C$ da MOS de $-25,02\text{‰}$ no horizonte Ap (0-10 cm), caracterizando a vegetação de cobertura, um Cerrado *Sensu Stricto* (Figura 3.2m,n). O sinal isotópico mantém-se entre $-21,04\text{‰}$ (210-200 cm) e $-21,90\text{‰}$ (40-30 cm), característico de mistura de plantas C_3 e C_4 (PESSENDA et al., 1996b, 1998a), com predomínio de plantas C_3 (GOUVEIA et al., 2002). Esses valores podem estar associados ao fracionamento da MOS ou à existência de uma vegetação arbórea mais aberta a partir de ~ 6440 anos AP, provavelmente em decorrência de um clima mais seco que o atual. Na parte superior do perfil (30-0 cm), os valores $\delta^{13}C$ são mais empobrecidos ($-24,0\text{‰}$), sugerindo o estabelecimento progressivo de uma formação florestada, associada a um clima mais úmido, semelhante ao atual. As linhas de carvão encontradas em 75-65 cm e em 210-200 cm indicam a ocorrência de incêndios (GOUVEIA et al., 1999, 2002; GOUVEIA 2001; PESSENDA et al., 2004) datados em torno de ~ 2.320 anos AP e ~ 6.400 anos AP, respectivamente (Tabela 3.4).

O P29, localizado na Zona da Mata Nordestina, apresentou valor $\delta^{13}C$ $-23,60\text{‰}$, caracterizando a vegetação de mata atual. Neste perfil o sinal isotópico não apresentou variação significativa, com valores entre $-24,78\text{‰}$ (120-110 cm) e $25,10\text{‰}$ (40-30 cm), característicos de plantas C_3 .

3.2.2.2.2 Região Sul

Os valores isotópicos dos perfis da região Sul (Apêndice E e Figura 3.5) apresentaram acentuado enriquecimento em profundidade o que sugere a ocorrência no passado de uma vegetação mais aberta com maior contribuição de plantas C_4 (PESSENDA et al., 1996b, 1998). Na Tabela 3.5 são apresentadas as datações efetuadas na fração humina extraída do P16 (Xanxerê - SC) para estimar a cronologia das variações na composição isotópica nos solos. As idades aumentam em profundidade.

Tabela 3.5 - Datações ^{14}C da fração humina de dois subhorizontes do A húmico de um Latossolo da Região Sul

Perfil	Identificação de Laboratório	----- ^{14}C -----		
		Material datado	Profundidade (cm)	Idade (anos AP)
P16- Xanxerê (SC)	UGAMS 3403	Humina	50-70	2740±30
	UGAMS 3404	Humina	100-120	6730±40

UGAMS- Center for Applied Isotopes Studies, University of Georgia.

O P16 apresentou valor $\delta^{13}\text{C}$ de $-24,76\text{‰}$ representando a vegetação de cobertura atual, a floresta subtropical. Nos horizontes mais profundos, entre 200 e 100 cm, os valores de $\delta^{13}\text{C}$ ($-18,42\text{‰}$ a $-19,97\text{‰}$). Esses valores caracterizam a presença de uma mistura de plantas C_3 e C_4 , com predomínio de plantas C_4 . Sugerem uma vegetação aberta com grande proporção de Poaceae C_4 (PESSENDA et al., 1996b, 1998a, 2004) entre ~7000 anos AP e ~2.500 anos AP. A partir de 80 cm os valores apresentaram empobrecimento linear em direção ao topo, variando de $-20,33\text{‰}$ até $-23,33\text{‰}$ (20-10 cm). Esse empobrecimento sugere o estabelecimento de uma formação florestada a partir de ~2.500 anos AP.

Para o P20 os valores $\delta^{13}\text{C}$ mostraram uma significativa variação de $-16,70\text{‰}$ para $-21,22\text{‰}$, indicando uma vegetação com provável predomínio de plantas C_4 (PESSENDA et al., 2004). O valor $\delta^{13}\text{C}$ de $-23,84\text{‰}$ apresentado no horizonte A (10-0 cm) caracteriza uma vegetação de floresta subtropical mista com Araucária encontrada atualmente na área do perfil. Na base do perfil (150-140 cm) o valor de $-20,37\text{‰}$ sugere mistura de plantas C_3 e C_4 , com maior contribuição de plantas C_3 (MARTINELLI et al., 1996; PESSENDA et al., 1996b, 1998a, 2004). Entre 120 e 20 cm os valores de $-16,91\text{‰}$ a $-21,22\text{‰}$ são característicos de mistura de plantas C_3 e C_4 (MARTINELLI et al., 1996; PESSENDA et al., 1996b, 1998a, 2004). Sugerem uma vegetação aberta com maior contribuição de plantas C_4 , passando gradativamente para uma vegetação mais arbórea com maior contribuição de plantas C_3 .

O P26, assim como o P20, apresentou valores mais enriquecidos na base do perfil. Na superfície (10-0 cm), o valor de $-26,19\text{‰}$ caracteriza a vegetação de cobertura, uma mata galeria, haja vista que este perfil está localizado no fundo do vale. De 240 cm até 33 cm o valor não varia, mantém-se em torno de $-13,0\text{‰}$, característico de plantas C_4 (MARTINELLI et al., 1996; PESSENDA et al., 1996b, 1998a, 2004).

Esses valores de $\delta^{13}\text{C}$ enriquecidos sugerem uma vegetação aberta, com predomínio de Poaceae, provavelmente associada a um clima mais seco durante o Holoceno inferior-médio.

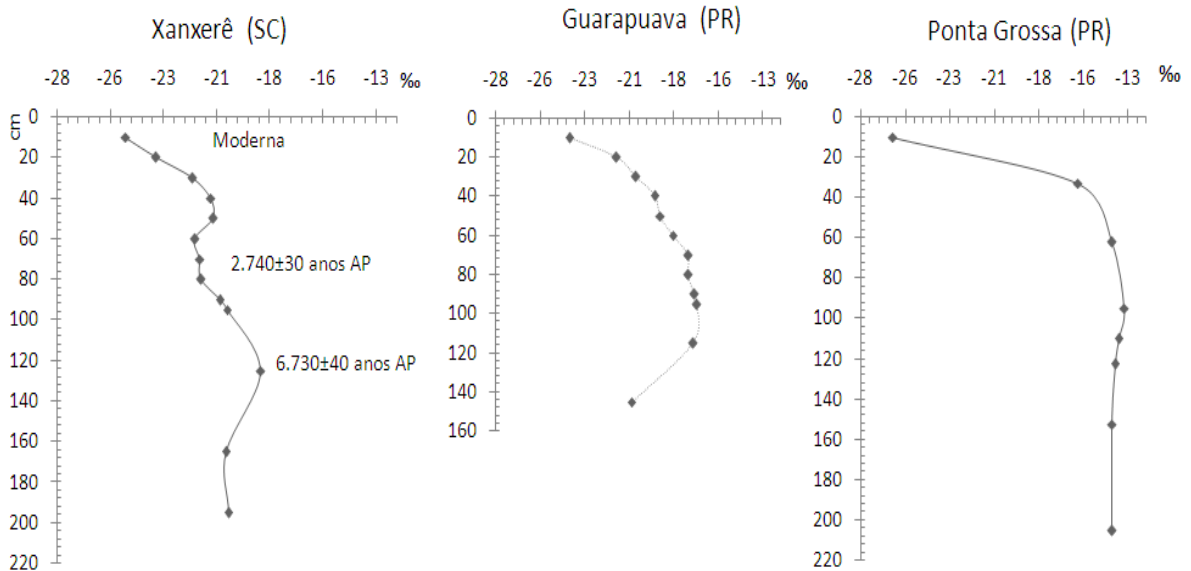


Figura 3.5 - Variação de $\delta^{13}\text{C}$ em relação à profundidade do solo (Região Sul).

3.2.2.3 Dinâmica do Clima e da Vegetação no Holoceno

Os valores $\delta^{13}\text{C}$ mais enriquecidos da camada superficial dos perfis das regiões Sudeste e Nordeste podem estar associados ao uso do solo no período pós-colonização europeia, ao longo dos últimos anos. Esses valores caracterizam a vegetação de cobertura atual, que varia, dependendo da área, de Floresta Tropical à Transição Floresta Tropical/Cerrado e Cerrado *Sensu Stricto*.

Os resultados da composição isotópica obtidos neste estudo indicaram, para a base do horizonte A húmico (120-150 cm), mistura de plantas C_3 e C_4 desde ~10.000 - 6.000 anos AP, na maioria dos perfis da região Sudeste. Esses valores indicam a presença de um clima mais seco que o atual, pois sugere aumento na contribuição de plantas C_4 (Poaceae), passando para uma vegetação mais aberta, mais parecida com a vegetação de cerrado. O P3 apresentou essa condição de mistura de plantas, na base do horizonte húmico, a partir de ~10.000. Esses resultados são corroborados por estudos isotópicos realizados em Minas Gerais e São Paulo (MARTINELLI et al., 1996;

PESSENDA et al., 1996a, b, 1998a; GOUVEIA et al., 1999, 2002) que indicaram a presença de Poaceae desde ~11.000 até ~4.000 anos AP (PESSENDA et al., 1996a, b, 1998a; GOUVEIA et al., 1999, 2002), associada à ocorrência de um clima mais seco que atual (PESSENDA et al., 2005).

O P5 e P8 apresentaram resultados que sugerem uma vegetação composta, predominantemente, por plantas C₃, indicando clima úmido a partir de ~6.000 anos AP.

O empobrecimento apresentado nas camadas mais superficiais, a partir de 50-30 cm, sugere o estabelecimento progressivo de uma formação mais florestada, provavelmente em decorrência de um clima mais úmido, semelhante à atual. As datações sugerem que essa condição pode ter se instalado a partir de ~3.000 anos AP - ~2.500 anos AP. De acordo com Pessenda et al. (2005) essa mudança foi observada no estado de São Paulo (região de Anhembi, Botucatu e Piracicaba) por volta de 3.000-3.500 anos AP, sendo reconhecida também por outros autores que registraram a formação de florestas em outras áreas das regiões Centro-Oeste e Sudeste, entre 5.000 e 1.000 anos AP (LEDRU, 1993; PESSENDA et al., 1996.a, b, 1998; BEHLING; LICHTÉ, 1997; BEHLING, 2002; GOUVEIA et al., 2002).

Behling, Bauermann e Neves (2001) relatam que é provável que no Holoceno superior tenha ocorrido a expansão da Floresta de Araucária nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, sugerindo um período muito úmido e frio. A análise fitolítica realizada no perfil P3 (discutida nos próximos capítulos) identificou a presença de morfotipos produzidos por Araucariaceae (Araucária) entre 60-30 cm de profundidade, corroborando a possibilidade de clima mais frio na região entre Salitre (LEDRU, 1993) e Machado, Minas Gerais.

O P29 não apresentou variação isotópica significativa, e os valores apresentados sugere vegetação florestada ao longo de todo o perfil. Neste perfil não foram realizadas datações. Desta maneira, torna-se inviável qualquer tentativa de correlação temporal dos valores de $\delta^{13}\text{C}$. Os poucos estudos paleoambientais realizados na região Nordeste sugerem, de modo geral, uma fase de clima úmido entre 10.000 e 7.000 anos AP e a instalação de uma vegetação de cerrado entre 7.000 anos AP e o presente, atestando a instalação de um clima semelhante ao atual (De OLIVEIRA, et al., 1999; LEDRU, et al., 2001. PESSENDA et al., 2002c; 2004; 2005).

As áreas onde os Latossolos com horizonte A húmico são encontrados na região Sudeste poderiam então, ser consideradas “relictuais”. Essas áreas preservariam no horizonte húmico, característica climática pretérita mais seca e, por vezes, mais fria que a atual que teria favorecido o desenvolvimento de uma vegetação provavelmente mais aberta, com maior contribuição de plantas C₄ que a atual com maior incorporação e menores taxas de mineralização da MOS.

Na região Sul, a análise dos valores $\delta^{13}\text{C}$ apresentados indica que a base do horizonte húmico (110-100 cm) se formou sob vegetação formada predominantemente por plantas C₄, sugerindo a existência de áreas de vegetação aberta dominada por Poaceae (campos) (PESSENDA et al., 1996b; 2004), associada a um clima mais seco que o atual, desde ~6.700 anos AP. Neste mesmo período, conforme discutido anteriormente, o clima na região Sul teria sido mais seco do que no Sudeste (BEHLING, 2002; BEHLING et al., 2001; GOUVEIA et al., 1999, 2002; GOUVEIA, 2001; PESSENDA et al., 1996b, 2004, 2005;).

O empobrecimento observado nos 50 cm superficiais caracteriza uma vegetação com maior contribuição de plantas C₃, marcando a expansão de uma vegetação mais fechada. Os registros fitolíticos, discutidos no Capítulo 5, apresentaram forte presença de elementos arbóreos e arbustivos (Dicotiledoneae) e de Araucariaceae (Araucária) nos primeiros 50 cm do perfil. Desta forma a partir dos resultados isotópicos apresentados para o Sul do Brasil é possível inferir que nas áreas de estudo a expansão da Floresta Subtropical mista com Araucária. A expansão da floresta de Araucária esta associada a um período muito úmido a partir de 3.000 anos AP nas regiões Sul e Sudeste, sugerindo condições climáticas mais frias do que a do período anterior (BEHLING, 1997, 2007; PESSENDA et al., 2004).

Nos Lh constata-se forte atuação da fauna do solo na redistribuição dos materiais ao longo do perfil por meio da abundante ocorrência de pedotúbulos (MIKLÓS, 1993). As linhas e fragmentos de carvão encontrados entre 60-10 cm, muito comuns na maioria dos perfis, sugerem maior frequência de incêndios (GOUVEIA, 2001; GOUVEIA et al., 1999, 2002) por volta de ~4.000 anos na região Sudeste. A maior concentração de fragmentos de carvões pode estar associada à elevada porosidade do solo, que favorece a queima de raízes em profundidade, e à estabilidade e a estrutura

forte do solo, sem ciclos de expansão e contração que poderiam fragmentar os carvões maiores (GOUVEIA; PESSEDA, 2000). Nos perfis da região Sudeste a atividade biológica é mais abundante e pode explicar o fracionamento e soterramento dos fragmentos de carvão por meio de remonte de material da base do perfil (BOULET et al., 1995; GOUVEIA; PESSEDA, 2000), formando as linhas de carvão encontradas, sobretudo naqueles perfis em que o horizonte húmico é muito espesso e mais antigo (P3, P5 e P30).

Não foram encontrados fragmentos de carvão nos perfis estudados na região Sul, diferindo, neste aspecto, das demais regiões. A ausência (ou baixa frequência) de carvão pode estar associada à menor ocorrência de incêndios no passado e a menor quantidade de elementos arbóreos produtores de carvão.

Os resultados mostram claramente que o horizonte húmico, nas diferentes áreas estudadas, apresenta sinal isotópico de uma MOS derivada de uma vegetação mais aberta associada a um clima mais seco que o atual, sobretudo na região Sul, onde se constatou predomínio de plantas C_4 , desde o Holoceno médio.

Martin et al. (1997) explicam que as mudanças climáticas sugeridas para o final do Pleistoceno (~10.000 anos AP) podem ser decorrentes do deslocamento para o norte da Zona de Convergência de Inter-Tropical (ITCZ), tornando as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil mais secas do que atualmente. Nesse período o planeta estaria mais próxima do Sol durante o inverno e mais distante no verão, resultando em verões mais frios, invernos mais quentes e reduzindo a sazonalidade no Hemisfério Sul.

3.3 Considerações Finais

Os valores $\delta^{13}C$ mais enriquecidos registrados na base do horizonte A húmico sugerem vegetação mais aberta, com maior participação de plantas C_4 , associada a um clima mais seco e frio do que o atual, na maioria das áreas de estudo, durante o Holoceno médio e inferior, quando teria se iniciado a acumulação da matéria orgânica e espessamento desse horizonte.

Os fragmentos de carvão, praticamente ausentes na região Sul e muito comuns na maioria dos solos da região Sudeste, é uma indicação de que as áreas foram afetadas

por incêndios, provavelmente, relacionados aos períodos mais secos no Holoceno médio.

O arranjo dos carvões em linha pode ser reflexo da atividade biológica (remonte biológico), abundante nos perfis do sudeste, especialmente nos perfis em que o horizonte húmico é muito espesso e apresentam idades maiores.

Referências

- AB'SABER, A. N. **The paleoclimatic and paleoecology of Brazilian Amazônia. Biological diversification in the tropics.** New York: Columbia University Press, 41-59, 1982.
- ABSY, M. L.; CLEEF, A. M.; FOURNIER, M.; MARTIN, L.; SERVANT, M.; SIFEDDINE, A.; FERREIRA DA SILVA, M.; SOUBIES, F.; SUGUIO, K.; TURCQ, B.; VAN DER HAMMEN, T. Mise en évidence de quatre phases d'ouverture de la forêt dense dans le sud-est de l'Amazonie au cours des 60,000 dernières années. Première comparaison avec d'autres régions tropicales. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris**, Paris, v.312 (II), p. 673–678, 1991.
- ALMEIDA, J. A.; TORRENT, J.; BARRÓN, V. Cor de solo, formas do fósforo e adsorção de fosfatos em latossolos desenvolvidos de basalto do Extremo-Sul do **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.985-1002, 2003.
- BARBERI, M. **Mudanças paleoambientais na região dos cerrados do Planalto Central durante o Quaternário Tardio: o estudo da Lagoa Bonita, DF.** 2001. 210p. Tese (Doutorado na área de Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 2001.
- BARBONI, D.; BONNEFILLE, R.; ALEXANDRE, A.; MEUNIER, J. D. Phytoliths as paleoenvironmental indicators, West Side Middle Awash Valley, Ethiopia. **Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology**, Amsterdam, v. 152, p. 87–100, 1999.
- BARROS, M. A. ; BARTH, O. M.; MELLO, C. L.; MOURA, J. R. S.; PEIXOTO, M. N. O. História recente da vegetação e uso da terra no médio vale do Rio Paraíba do Sul. **Leandra**, Rio de Janeiro v. 15, p.47-57, 2000.
- BEHLING, H. Investigations into the Late Pleistocene and Holocene history of vegetation and climate in Santa Catarina (S Brazil). **Vegetation History and Archeobotany**, Springer Berlin, v.4, p.127-152, 1995.
- _____. Late Quaternary vegetation, climate and fire history in the Araucaria forest and campos region from Serra Campos Gerais (Paraná), S Brazil. **Review of Palaeobotany and Palynology**, Amsterdam, v.97, p. 109-121, 1997a

_____. Late Quaternary vegetation, climate and fire history from the Tropical mountain region of Morro de Itapeva, SE Brazil.. **Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology**, Amsterdam, v. 129, p. 407-422, 1997b.

_____. Late Quaternary vegetation, climate and fire history of the Araucaria forest and campos region from Serra Campos Gerais, Parana State (South Brazil). **Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology**, Amsterdam, v.97, p.109-121, 1997c.

_____. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. In.: **Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology**, Amsterdam, v.177, p. 19-27, 2002.

BEHLING, H.; LICHTÉ, M. Evidence of dry and cold climatic conditions at glacial times in tropical Southeastern Brazil.. **Quaternary Research**, San Diego, v.48, n.3, p. 348-358, 1997.

BEHLING, H.; LICHTÉ, M.; MIKLÓS, A.W. Evidence of a forest free landscape under dry and cold climatic conditions during the last glacial maximum in the Botucatu region (São Paulo State), Southeastern Brazil. In.: RABASSA, J.; SALEMME, M. (Ed). **Quaternary of South America an Antarctic Peninsula**. Rotterdam: A.A. Balkema, v. 11, p99-110, 1998.

BEHLING, H.; BAUERMANN, S.G.; NEVES, P.C.P. Holocene environmental changes in the São Francisco de Paula region, Southern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, Oxford, v.14, p.631-639, 2001.

BEHLING, H.; PILLAR, V. D.; ORLÓCI, L.; BAUERMANN, S.G. Late Quaternary Araucaria forest, grassland (Campos), fire and climate dynamics, studied by high-resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambará do Sul core in southern Brazil. **Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology**, Amsterdam, v.203, p. 277-297, 2004.

BEHLING, H.; DUPONT, L.; SAFFORD, H.D.; WEFER, G. Late Quaternary vegetation and climate dynamics in the Serra da Bocaina, Southeastern Brazil. **Quaternary International**, Amsterdam, v. 161, p.22-31, 2007.

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

BOULET, R., PESSENDA, L.C.R., TELLES, E.C.C; MELFI, A. Une evaluation de la vitesse de l'accumulation de matière par la faune du sol à partir de la datation des charbonnes et d'humine du sol. Exemple des versants du lac Campestre, Salitre, Minas Gerais, Brasil. **Comptes Rendus de L'Academie des Sciences, Série IIA**, Paris, v.320, p. 287-294, 1995.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. **Folhas SF23/24, Rio de Janeiro/Vitória: Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso Potência da Terra** . Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1983d. 780p. (Levantamento dos Recursos Naturais, 32).

BOUTTON, T.W. Stable carbon isotope ratios of soil organic matter and their use as indicators of vegetation and climate change. In.: BOUTTON, T.W. ; YAMASAKI, SI. (Ed). **Mass spectrometry of soils**. New York: Marcel Dekker, 1996, p.47-82.

COLINVAUX, P. A.; DE OLIVEIRA, P. E. Paleocology and climate of the Amazon basin during the last glacial cycle. **Journal of Quaternary Science**, Chichester, v.15, p. 347-356, 2000

_____. Amazon plant diversity and climate through the Cenozoic. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v. 166, p.51-63, 2001.

COLINVAUX, P. A. ; DE OLIVEIRA, P. E.; BUSH, M. Amazonian and neotropical plant communities on glacial time-scales: the failure of aridity and refuge hypotheses. **Quaternary Science Reviews**, Oxford, v.19, p. 141-169, 2000.

DE OLIVEIRA, P. E. **A Palynological Record of Late Quaternary Vegetation and Climatic Change in Southeastern Brazil**. 238p. PhD (Dissertation) Ohio Station, Universtity, Columbus. 1992.

DE OLIVEIRA, P. E.; BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K. Late Pleistocene/Holocene climatic and vegetacional history of the Brazilian caatinga: the fóssil dunes of the middle São Francisco River. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v. 152, p. 319-337. 1999.

DESJARDINS, T.; FILHO, A.C.; MARIOTTI, A.; CHAUVEL, A.; GIRARDIM, C. Changes of the Forest-savanna bourdary in Brazilian Amazonia during the Holocene as revealed by soil organic carbon isotope ratios. **Oecologia**, Berlim, v. 108, p. 749-756, 1996.

DIESTER-HAAS, L., SCHRADER, H.J., THIEDE, J Sedimentological and paleoclimatological investigations of two pelagic ooze cores off Cape barbas, North-West Africa, **Meteor Forschungsergebnisse**, Berlin, v.16, p.19-66, 1973.

EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS. 212. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1), 1997.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; RJ: Embrapa Solos, 2006. 2ª. Ed. 306p.

FREITAS, H. A.; PESSEDA, L. C. R.; ARAVENA, R.; GOUVEIA, S.E.M.; RIBEIRO, A. S.; BOULET, R. Late Quaternary vegetation dynamic in the Southern Amazon Basin, inferred from carbon isotopes in soil organic matter. **Quaternary Research**, San Diego, v. 55, p. 39-46. 2001.

GOUVEIA, S. E. M.; PESSEDA, L. C. R.; ARAVENA, R.; BOULET, R.; ROVERATTI, R.; GOMES, B.M. Dinâmica das vegetações durante o Quaternário Recente no sul do Amazonas indicada pelo isótopos do carbono (^{12}C , ^{13}C , ^{14}C) do solo. **Geochimica Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 11, n.3, p.355-367, 1997.

GOUVEIA, S. E. M ; PESSEDA, L. C. R. Datação da fração húmica da matéria orgânica do solo e sua comparação com idades ^{14}C de carvões fósseis. **Química Nova**, São Paulo, v.22, n.6, p. 810-814, 1999.

GOUVEIA, S. E. M. ; PESSEDA, L. C. R.; BOULET, R.; ARAVENA, R.; SCHEEL-YBERT, R. Isótopos do carbono dos carvões e da matéria orgânica do solo em estudos de mudanças de vegetação e clima no Quaternário e da taxa de formação de solos do estado de São Paulo. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro.v. 71, n.4-II, p. 969-980. 1999.

GOUVEIA, S. E. M.; PESSEDA, L. C. R. Datation par Le ^{14}C de Charbons inclus dans le sol pour l'étude du rôle de la remontée biologique de matière et du colluvionnement dans la formation de latosols de l'état de São Paulo, Brésil. **Comptes Rendus de L'Académie des Sciences, Série IIA**, Paris, v.330, n 2, p. 133-138, 2000.

GOUVEIA, S.E.M. **Isótopos do carbono na avaliação do remonte biológico de Latossolos e Podzólicos e de eventos paleoclimáticos em distintas localidades do Brasil**. 2001. 116p. Tese (Doutorado na área de Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001

GOUVEIA, S. E. M. ; PESSEDA, L. C. R.; ARAVENA, R.; BOULET, R.; SCHEEL-YBERT, R.; BENDASSOLI, J. A.; RIBEIRO, A. S.; FREITAS, H. A. Carbon isotopes in charcoal and soils in studies of paleovegetation na climate changes during the late Pleistocene and the Holocene in the southeast and centerwest regions of Brazil. **Global and Planetary Change**, Amsterdam, v. 33 (1-2), p.95-106, 2002.

JACKSON, M. L. **Soil chemical analysis – Advanced course**. Published by the author, Department of Soil Science, University of Wisconsin, Madison, 894p.1956

KAMPF, N.; KLAMT, E. Mineralogia e Gênese de Latossolos (Oxisols) e Solos Podzólicos da Região Nordeste do Planalto Sul-Riograndense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa 2: 68-73, 1978.

LEDRU, M. P. Modifications de la végétation du Brasil Central entre la dernière époque galciaire et l'interglaciaire acutel.. **Comput Rendeus Academie de Science, série II**, Paris, v. 314, p.117-123, 1992.

LEDRU, M-P. Late Quaternary environmental and climatic changes in Central Brazil. **Quaternary Research**, San Diego, v.39, p.90-98, 1993.

LEDRU, M-P.; CORDEIRO, R. C.; DOMINGUES, J. M. L.; MARTIN, L. MOURGUIART, P.; SIFEDDINE, A.; TURCQ, B. Late-glacial cooling in Amazônia inferred from Pólen at Lagoa do Caçó, Northern Brazil. **Quaternary Research**, San Diego, v. 25, p.47-56, 2001.

LEDRU, M-P.; MOURGUIART, P.; CECCANTINI, G. TURCQ, B. ; SIFEDDINE, A. Tropical climates in the game of two hemispheres revealed by abrupt climatic change. **Geology**, New York, v.30, n.3, p.275-278, 2002.

LEPSCH, I. F.; BUOL, S. W. Oxisol-landscape relationship in Brazil. In: **International Soil Classification Work Shop**, 13, Campinas. 1986. Part1: papers. Campinas: SNLCS/EMBRAPA, USA, University of Puerto Rico, 1986. p. 174-189

MARTIN, L.; BERTAUX, J.; CORRÈGE, T.; LEDRU, M.-P.; MOURGUIART, P.; SIFEDDINE, A.; SOUBIÈS, F.; WIRRMANN, D.; SUGUIO, K.; TURCQ, B. Astronomical forcing of contrasting rainfall changes in tropical South America between, 12,400 and 8800 cal years B.P. **Quaternary Research**, San Diego, v.47., p. 117-122, 1997.

MARTINELLI, L. A.; PESSENDA, L. C. R.; ESPINOZA, E.; CAMARGO, P. B.; TELLES, E. C.; CERRI, C. C.; VICTORIA, R. L.; ARAVENA, R.; RICHEY, J.; TRUMBORE, S. Carbon-13 variation with depth in soils of Brazil and climatic change during Quaternary. **Oecologia**, Berlin, v.106, p.376-381, 1996.

MELO, M. S.; GIANNINI, P. C. F.; PESSENDA, L. C. R. Gênese e evolução da Lagoa Dourada, Ponta Grossa, PR. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v.21, n.1/2, p.17-31, 2000.

MELO, M. S.; GIANNINI, P. C. F.; PESSENDA, L. C. R.; BRANDT NETO, M. Holocene paleoclimatic reconstruction based on the Lagoa Dourada deposits, southern Brazil. **Geologica Acta**, Barcelona. v.1, n.3, p. 289-302, 2003.

MIKLÓS, A. A. W. **Byodinamique d'une couverture pedologique dans la région de Botucatu, Brésil**. 1992. 438p. (Tese de Doutorado) Paris, Université Paris. Paris, 1992.

MOORE, P. D.; WEBB, J. A.; COLLINSON, M. E. **Pollen Analysis**. 2nd ed. Oxford-Blackwell: Scientific Publications 1991. 216p.

MÜGGLER, C. C. **Polygenetic Oxisols on Tertiary surfaces, Minas Gerais, Brazil- Soil genesis and landscape development**. 185 pp. 1998 PhD Thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands, 1998.

OLIVEIRA, J. B. **Solos o Estado de São Paulo**: descrição das classes registradas no mapa pedológico. Campinas: IAC, 1999a. 108p. (Boletim Científico 45)

_____. **Solos da folha de Piracicaba..** Campinas:IAC, 173p.1999b. (Boletim Científico 48)

PARTON, W. J.; SCHIMEL, D. S.; COLE, C. V.; OJIMA, D. S. Analysis of factors controlling soil organic matter levels in Great Plains grasslands. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.51, p.1173–1179, 1987.

PESSENDA, L. C. R.; CAMARGO, P. B. Datação radiocarbônica de amostras de interesse arqueológico e geológico por espectrometria de cintilação líquida de baixa radiação de fundo. **Química Nova**, São Paulo, v.14, n.2, p.98-103, 1991.

PESSENDA, L. C. R.; ARAVENA, R.; MELFI, A. J.; TELLES, E. C. C.; BOULET, R. VALENCIA, E. P. E; TOMAZELLO, M. The use of carbon isotopes (C-13, C-14) in soil to evaluate vegetation changes during the Holocene in Central Brazil. **Radiocarbon**, New Haven, v.38, n.2, p. 191-201. 1996.

PESSENDA, L. C. R.; VALENCIA, E. P. E.; ARAVENA, R; TELLES, E. C. C.; BOULET, R. Paleoclimatic studies in Brazil using carbon isotopes in soils.. In: WASSERMAN, J.C.; SILVA FILHO, E.V.; VILLAS-BOAS, R. **Environmental geochemistry in the tropics**. Berlin: Springer Verlag, 1998a. p.7-16.

PESSENDA, L. C. R.; GOUVEIA, S. E. M.; ARAVENA, R.; GOMES, B. M.; BOULET, R.; RIBEIRO, A. S. Radiocarbon dating and stable carbon isotopes of soil organic matter in forest-savanna boundary areas in the southern Brazilian Amazon forest. **Radiocarbon**, New Haven, v.40, n.2, p.1013-1022, 1998b.

PESSENDA, L. C. R.; GOUVEIA, S. E. M.; ARAVENA, R.; GOMES, B. M.; BOULET, R.; RIBEIRO, A. S. ¹⁴C dating and stable carbon isotopes of soil organic matter in forest-savanna boundary areas in the southern Brazilian Amazon region. **Radiocarbon**, New Haven, v.40, n.2, p. 1013-1022, 1998c.

PESSENDA, L. C. R.; RIBEIROS, A. S.; GOUVEIA, S. E. M.; BENDASSOLI, J. A.; BOULET, R.; PELLEGRINOTTI, T. C.; SILVA, V.F. Dynamics of forest-savanna ecotone from Late Pleistocene in the Barreirinhas region, state of Maranhão, northeastern Brazil, using of carbon istopes od soil organic matter. In: **International Conference on Isotopes**, 4. Cape Town: NECSA, 2002a. p.48.

PESSENDA, L. C. R.; RIBEIROS, A. S.; GOUVEIA, S. E. M.; BENDASSOLI, J. A.; BOULET, R.; ARAVENA, R.; PELLEGRINOTTI, T. C. Isótopos do carbono de solos de Pernambuco e a reconstrução paleoambiental (vegetação e clima) de regiões da mata Atlântica, brejo do semi-árido e caatinga no Quaternário tardio. In: CONGRESSO BRASILEIRO De GEOLOGIA, 16, João Pessoa. **Anais...**João Pessoa: SBG. 2002b.p.502

- PESSENDA, L. C. R.; RIBEIROS, A. S.; GOUVEIA, S. E. M.; BENDASSOLI, J. A.; BOULET, R.; ARAVENA, R.; PELLEGRINOTTI, T. C. Isótopos do carbono de solos de Pernambuco e a reconstrução paleoambiental (vegetação e clima) de regiões da mata Atlântica, brejo do semi-árido e caatinga no Quaternário tardio. In.: **Congresso Brasileiro de Geologia**, 16, João Pessoa. Anais...João Pessoa: SBG. P. 502. 2002c.
- PESSENDA, L. C.; RIBEIRO, A. S.; GOUVEIA, S. E. M.; ARAVENA, R.; BOULET, R.; BENDASSOLLI, J. A. Vegetation dynamics during the late Pleistocene in the Barreirinhas region, Maranhão State, northeastern Brazil, based on carbon isotopes in soil organic matter. **Quaternary Research**, San Diego, v.62, p.183-193, 2004.
- PESSENDA, L. C. R. ; GOUVEIA, S.E.M. ; FREITAS, H. A. ; RIBEIRO, A. S ; ARAVENA, R ; BENDASSOLI, J A ; LEDRU, M P ; SCHEELYBERT, R. Isótopos do carbono e suas aplicações em estudos paleoambientais. In: De OLIVEIRA, P.; SUGUIO, K.; GOUVEIA, C. (Org.). **O Quaternário no Brasil**. São Paulo: Holos, 2005a, p.75-93.
- PESSENDA, L. C. R.; LEDRU, M. P.; GOUVEIA, S. E. M.; ARAVENA, R.; RIBEIRO, A. S.; BENDASSOLLI, J. A.; BOULET, R. Holocene palaeoenvironmental reconstruction in northeastern Brazil inferred from pollen, charcoal and carbon isotope records. **The Holocene**, Oxford, v.15, n.6, p.814-822, 2005b.
- PIPERNO, D.R.; BECKER, P. Vegetational history of a site in the central Amazon Basin derived from phytolith and charcoal records from natural soils. **Quaternary Research**. San Diego, v.45, p.202–209, 1996.
- PIPERNO, D. R. Phytoliths: **A Comprehensive Guide for Archaeologists and Paleoecologists**. Lanham MD, AltaMira Press 2006. 238p.
- RIBEIRO, A. S. **Dinâmica paleoambiental da vegetação e clima durante o Quaternário tardio em domínios da mata Atlântica, brejo do semi-árido e cerrado nordestinos, utilizando isótopos do carbono da matéria orgânica do solo e das plantas**. 2002. 192p.Tese (Doutorado na área de Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente). Centro de Estudo Nuclear na Agricultura, Piracicaba, 2002.
- ROMARIZ, D. de A. **Aspectos da vegetação do Brasil**.2. ed. Rio de Janeiro: IBGE. Dept. oc. Div. Geografia e Cartografia, 1996. 60p.
- SAIA, S. E. M. G.; PESSENDA, L. C. R.; GOUVEIA, S. E. M.; ARAVENA, R.; BENDASSOLLI, J. A. Last glacial maximum (LGM) vegetation changes in the Atlantic Forest, southeastern Brazil. **Quaternary International**, Oxford (2007), doi:10.1016/j.quaint.2007.06.029. Acesso em: 13 abril 2008.
- SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5 ed. Viçosa: SBCS, 2005. 100p.

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

SCHEEL-YBERT, R.; GOUVEIA, S. E. M.; PESSEDA, L. C. R.; ARAVENA, R.; COUTINHO, L. M.; BOULET, R. Holocene palaeoenvironmental evolution in the São Paulo State (Brazil) based on anthracology and soil $\delta^{13}\text{C}$ analysis. **The Holocene**, Oxford, v.13, n.1, p.73–81, 2003.

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

SILVEIRA, E. **História Ecológica da Floresta de Araucária durante o Quaternário Tardio no setor Sul da Serra da Mantiqueira: Análises sedimentológicas e palinológicas na região de Monte Verde (MG)**. 2006. 142p. Dissertação de Mestrado. (Geologia Sedimentar/Bioestratigrafia). Instituto de Geociência. Universidade de São Paulo, 2006.

STUIVER, M.; REIMER, P. ; BRAZIUNAS, T.F. Highprecision radiocarbon age calibration for terrestrial and marine samples. **Radiocarbon**, New Haven, v.40, p.1127-1151, 1998.

THORNBURY, W.C. **Principles of Geomorphology**. New York: Wiley, 1969. 594p
TIESZEN, L. L.; HEIN, D.; QVORTRUP, S.; TROUGHTON, J.; IMBAMBA, S. Use of ^{13}C values to determine vegetation selectivity in East African herbivores. **Oecologia**, Berlin, v. 37, p.351-359, 1979.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123p.

VIDOTTO, E. **Reconstrução paleoambiental (vegetação e clima) no Parque Estadual da Ilha do Cardoso – SP durante o Quaternário tardio**. 2008. 210p. Tese (Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

WILDING, L.P., SMECK, N.E.; DREES, L.R. Silica in soils: quartz, cristobalite, tridymite and opal. In: DIXON, J.B.; WEED, S.B. **Mineral in soil environments**. Madison, Soil Science Society of America, 1977. p.471-542.

4 COMPARAÇÃO DE PROCEDIMENTOS DE EXTRAÇÃO DE FITÓLITOS EM LATOSSOLOS

Resumo

No estudo dos solos a análise da morfologia das assembléias de seus fitólitos é uma importante ferramenta para vários estudos pedológicos, especialmente na reconstrução das suas condições paleoclimáticas, complementando às análises polínicas, antracológicas e de outros microfósseis como diatomáceas e espículas de esponjas. Atualmente existem diversos métodos para extração de fitólitos de sedimentos, solos e paleossolos sendo que a maioria foi desenvolvida e aplicada para estes materiais oriundos de regiões temperadas incluindo ambientes hidromórficos. Em solos tropicais, são escassos esses estudos onde, em função dos recobrimentos dos grãos por matéria orgânica e consideráveis quantidades de óxidos, há uma dificuldade adicional para a extração e limpeza dos fitólitos. No solo esses recobrimentos atuam na proteção dos fitólitos em relação aos processos tafonômicos que poderiam corroê-los, porém eles dificultam a análise dos morfotipos podendo comprometer a extração, análise e interpretação das assembléias fitolíticas. Nesse trabalho foram comparados três métodos de pré-tratamentos para remoção desses recobrimentos em partículas de silte e areia de Latossolos. O Método 1 consiste na oxidação da matéria orgânica do solo e uma hidrólise ácida para remoção dos carbonatos e óxidos. No Método 2 o processo dominante é a redução do ferro utilizando a combinação Ditionito-Citrato-Bicarbonato de Sódio e, no Método 3, utiliza-se somente Acetato e Ditionito diluído em água. De modo geral, o Método 1 foi o mais agressivo aos fitólitos e demonstrou ser o menos eficiente na extração dos mesmos e o mais seletivo, haja vista que somente aqueles fitólitos de maior diâmetro/tamanho como os *Bulliformes* e *Elongates* se preservaram. O método 2 extraiu maior variedade e quantidade de fitólitos, e menor quantidade de outras partículas, permitindo uma melhor caracterização da vegetação. O método 3 parece ser tão eficiente quanto o método 2 na remoção dos recobrimentos sendo o processo relativamente mais barato, pois necessita de menos produtos químicos.

Palavras-Chave: Silicofitólitos; Óxidos; Solos tropicais; Matéria orgânica; Latossolo; Horizonte húmico; Fitólito; Opala biogênica

Abstract

Opal Phytolith Extraction Procedures in Latosols

Phytolith assemblage analysis is an important method for reconstruction of paleoclimatic conditions. Although this method has been underutilized in soil science, it supplements the analysis of pollen and other microfossils. Currently, there are a large number of methods for the extraction of phytoliths from sediments, soils and paleosoils, mostly developed and applied in soils and/or sediments from temperate regions including hydromorphic environments. Very few studies were conducted in tropical soils with significant Fe and Al oxide and organic matter coatings in the soil matrix. These coatings protect phytoliths while in the soil from taphonomic process attacks, but hinder morphologic analysis and could compromise phytolith assemblage extraction, analysis and interpretation. In this work, we compared three pretreatment methods for removal of grain coatings of a Latosol with a humic A horizon sampled in Machado (Minas Gerais State, Brazil). *Method 1* consists of the removal of carbonates and iron and/or aluminum oxide coatings by acid hydrolysis (HCl, 7%) followed by an oxidation attack with hydrogen peroxide (H₂O₂, 30%) for organic matter removal, according to the procedures described by Madella; Powers-Jones; Jones (1998). This method was the most aggressive to phytoliths, was proven to be the least efficient in phytolith extraction and was the most selective, considering that only the larger diameter/size phytoliths, such as the *Bulliforms* and *Elongates*, were preserved. In *Method 2*, proposed by Mehra e Jackson (1960), the samples were submitted to organic matter destruction with hydrogen peroxide (with and without heating) and iron oxide removal with sodium dithionite-citrate-bicarbonate (DCB). *Method 3* proposes an adaptation of the procedures described by Mehra e Jackson (1960) and Deb (1950) for organic matter oxidation with hydrogen peroxide (with and without heating), iron oxide removal with sodium acetate buffer at pH 5, and uses sodium dithionite in water for iron reduction. Methods 2 and 3 presented very similar results. Method 2 extracted a larger variety and quantity of phytoliths, and a smaller amount of non-phytolith particles, allowing a better characterization and interpretation of the vegetation. Method 3 seems to be as efficient as method 2 in the removal of coatings, and the process is relatively cheaper, since less chemical products are used.

Keywords: Silicophytoliths; Oxides; Tropical soils; Organic matter; Latosol; Humic horizon; Phytoliths; Biogenic opal

4.1 Introdução

Silicofitólitos, ou simplesmente fitólitos⁶, são corpúsculos de sílica amorfa ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) formados por plantas (PIPERNO, 1988; PEARSALL, 2000) que são adicionados aos solos onde podem permanecer por tempo muito longo, por isso são considerados como microfósseis (PIPERNO, 2006). A análise da morfologia das assembléias de fitólitos do solo é um importante método para vários estudos pedológicos, especialmente na reconstrução das suas condições paleoclimáticas complementando às análises polínicas, antracológica e de outros microfósseis como diatomáceas, esponjas, etc. (PIPERNO, 1988; PEARSALL, 2000; BLINNIKOV, 2005).

A análise fitolítica pode ser empregada em substituição a análise polínica com vantagem no estudo de solos como os Latossolos com horizonte A húmico, haja vista que a ocorrência de grãos de pólen em solos bem drenados e antigos como estes é muito baixa ou nula (MOORE; WEBB; COLLINSON, 1991). Entretanto, para os estudos do significado paleoambiental do horizonte húmico em Latossolos vários problemas ocorreram no processo de extração dos fitólitos desses solos devido aos elevados teores de matéria orgânica e de óxidos de ferro e de alumínio encontrados, gerando a necessidade de testes para ajustar a metodologia de extração de fitólitos em solos dessa natureza.

Para extração de fitólitos em solos e sedimentos é necessário que se faça um pré-tratamento para eliminação de matéria orgânica e de óxidos de “ferro livre” antes da separação dos mesmos por métodos densimétricos. A técnica mais usada para esse pré-tratamento é a digestão ácida ($\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}_2$) seguida por uma separação por densidade. Twiss, Suess e Smith (1969), Rovner (1971) e Carbone (1977) propuseram modificações nesse método básico modificando os pré-tratamentos, além de proporem novos líquidos pesados para a separação densimétrica.

A maioria das publicações dedicadas à extração de fitólitos foi desenvolvida e aplicada em solo e/ou sedimentos de regiões temperadas ou de ambientes hidromórficos (TWISS; SUESS; SMITH, 1969; CARBONE, 1977; PIPERNO, 1988; BOYD et al., 1998; LENTFER et al., 1998; MADELLA; POWERS-JONES; JONES,

⁶ O termo silicofitólito algumas vezes é empregado para diferenciar os fitólitos de oxalato de cálcio (calcifitólitos) dos de sílica. Contudo, neste trabalho o termo fitólito será empregado referindo-se somente àqueles de sílica.

1998; ZHAO; PEARSALL, 1998; PARR, 2002, OSTERRIETH et al., 2007). Normalmente, nesses solos e sedimentos os teores de óxidos de ferro são menores que nos Latossolos ou este metal se encontra na forma reduzida (Fe^{+2}) sendo por isso mais facilmente removido com os pré-tratamentos químicos.

Nas regiões tropicais os estudos fitolíticos são escassos. Destacam-se aqueles aplicados na reconstrução paleoambiental em regiões da África (ALEXANDRE et al., 1997a, b; BARBONI et al., 1999; RUNGE, 1999; ABRANTS, 2003; BREMOND et al., 2005) e do Brasil (KONDO; IWASA, 1981; PIPERNO; BECKER, 1996; ALEXANDRE; MEUNIER, 1999; BORBA-ROSCHEL et al., 2006). As frações areia e silte dos Latossolos, freqüentemente apresentam fortes recobrimentos de matéria orgânica e de óxidos. A remoção desses recobrimentos torna-se obrigatória para o estudo dos fitólitos. No entanto, esta remoção, quando por procedimentos químicos, envolve certo risco, uma vez que se pode alterar e/ou destruir formas e o conteúdo de fitólitos contidos nos solos (MADELLA; POWERS-JONES; JONES, 1998).

O método para remoção da matéria orgânica do solo (MOS) mais comum é aquele que utiliza um forte agente oxidante, o peróxido de hidrogênio (H_2O_2). Para a remoção dos óxidos de Fe utiliza-se comumente um agente redutor, o Ditionito, combinado com o Citrato e o Bicarbonato de sódio, que agem como complexante e tamponante, respectivamente (MEHRA; JACKSON, 1960).

A MOS também pode ser removida por meio de queima (calcinação) em mufla (DAVIES, 1974). Entretanto, este procedimento pode causar alguns problemas na preservação dos fitólitos, dependendo da temperatura usada. Jones e Milne (1963) reportam que o aquecimento a 1.150°C afetou a densidade dos fitólitos, que normalmente é $2,1 \text{ g.cm}^3$. Nessa temperatura a opala biogênica transformou-se se semelhando à Cristobalita ($2,27\text{-}2,34 \text{ g.cm}^3$) e às de Tridimita ($2,26\text{-}2,30 \text{ g. cm}^3$). Esses autores constataram que a calcinação causou perdas de detalhes estruturais nos fitólitos o que foi corroborado por Piperno (1988).

Visando comprovar a ocorrência dessas mudanças, Parr et al. (2001) realizaram estudo comparativo para extração de fitólitos de material vegetal por queima (aquecimento a $500^\circ\text{C}/6$ horas) e da digestão ácida. Os resultados não indicaram nenhuma evidência de diferenças nas distribuições de dimensões e curvatura dos

fitólitos provenientes do material submetido a ambos os tratamentos de extração, sugerindo que o uso de quaisquer dos métodos não implica em risco de modificações morfológicas dos fitólitos. Entretanto, estudos realizados com fitólitos de material vegetal e de sedimentos por Elbaun e Weiner (2003) e em material vegetal por Parr (2006) indicaram alteração na cor e no índice de refração (IR) de fitólitos que passaram por calcinação. Fitólitos extraídos por meio de tratamento ácido apresentaram IR entre 1,427 e 1,440, enquanto aqueles extraídos por calcinação a 450-500°C o IR variou de 1,438 a 1,487 e o conteúdo de água de constituição diminuiu substancialmente (ELBAUN; WEINER, 2003). Acima de 1.000°C o IR varia em torno de 1,48 (JONES; MILNE, 1963). O aquecimento acima de 200°C já começa a causar a perda de moléculas de água de constituição da opala e a 600°C extingue completamente essa água (JONES; SEGNET, 1969). Uma vez que o índice de refração interfere na cor dos fitólitos, assim ele, segundo Elbaun e Weiner (2003) e Parr (2006), pode ser indicativos de paleoincêndios (ou de altas temperaturas), na interpretação das condições paleoclimáticas ou, no caso de estudos arqueológicos, dos hábitos das antigas comunidades humanas.

Portanto, a utilização da calcinação para remoção da MOS poderia gerar informações falsas e/ou impossibilitar interpretações a cerca de paleoincêndios em estudos de reconstrução, como o objetivado no estudo dos Latossolos com horizonte A húmico.

Com base na problemática acima exposta objetiva-se comparar três métodos de pré-tratamentos (antes da separação por gravimetria com politungstato de sódio) para remoção dos recobrimentos de óxido de ferro e de alumínio em partículas de amostras de solos, visando saber qual método é menos agressivo, mais prático e eficaz na remoção dos recobrimentos, em partículas de silte e areia de Latossolos, sem prejudicar a conservação e a concentração de fitólitos extraídos do solo.

4.2. Desenvolvimento

4.2.1 Material e Métodos

4.2.1.1 Área de Estudo

Foram utilizadas amostras do horizonte superficial A húmico (correspondente ao umbric epipedon na Soil Taxonomy, EUA, 1999; 2003) de um Latossolo Vermelho-Amarelo (Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS - EMBRAPA, 2006), localizado no município de Machado, Sul de Minas Gerais, posicionado a 1.155 metros de altitude, na alta vertente. A geologia da área compreende o Complexo Guaxupé (BRASIL, 1983) com ocorrência de gnaisses e migmatitos. O clima enquadra-se no tipo Cwb, segundo Köppen, (Subtropical moderado úmido) com duas estações bem definidas (verão quente e úmido e inverno frio e seco) e precipitação média anual em torno de 1.500 mm. A vegetação natural se caracteriza como uma zona de tensão ecológica (transição entre Floresta e Cerrado), visto que não são raras as ocorrências de Floresta Tropical Perenifólia (BRASIL, 1983). A vegetação no local de coleta do perfil é composta por Floresta Tropical Subperenifólia, com ocorrência de cerrado (SILVA; VIDAL TORRADO, 1999).

4.2.1.2 Extração de Fitólitos

Foram analisadas quatro (4) amostras do horizonte A húmico: **Amostra 1** (0-10 cm), **Amostra 2** (20-30 cm), **Amostra 3** (40-50 cm) e **Amostra 4** (60-70 cm). Utilizou-se quatro (4) gramas de terra fina seca ao ar (TFSA) para remoção da matéria orgânica e dos sesquióxidos de ferro e alumínio [recobrimentos amorfos e cristais de óxido de ferro, como a hematita ($\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$) e a goethita (αFeOOH)], e da matéria orgânica do solo. Foram testados três (3) conjuntos de procedimentos, doravante denominados **métodos 1, 2 e 3**. O **método 1** reproduz os preconizados por Madella, Powers-Jones e Jones (1998), desenvolvido para estudos arqueológicos e de reconstrução paleoambiental e comumente aplicado em materiais de sedimentos ou de solos desenvolvido em regiões temperadas, mediterrâneas e subtropicais. O **método 2** descrito por Mehra e Jackson (1960) para remoção de matéria orgânica e dos óxidos de ferro, classicamente aplicado em estudo de mineralogia de solos. O **método 3** é uma adaptação dos métodos de

Mehra e Jackson (1960) e de Deb (1950) para eliminação da matéria orgânica e dos recobrimentos de óxidos de ferro.

4.2.1.2.1 Remoção dos Recobrimentos

Método 1: Digestão Ácida (MADELLA;POWERS-JONES; JONES, 1998)

Consiste na remoção dos carbonatos e dos recobrimentos de óxidos de ferro e/ou de alumínio por meio de hidrólise ácida (HCl 7%) seguida por um ataque oxidante com peróxido de hidrogênio (H₂O₂) 30% para remoção da matéria orgânica conforme Madella, Powers-Jones e Jones (1998) (Figura 4.1).

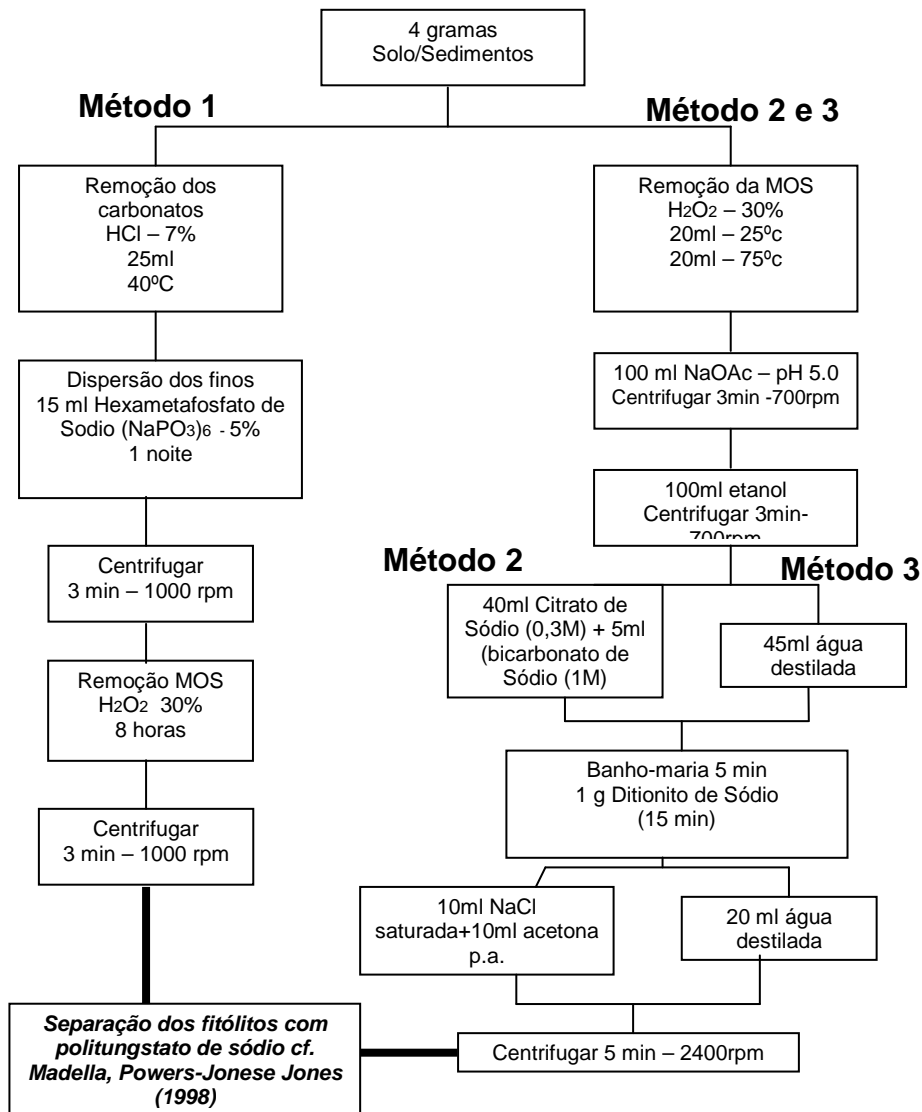


Figura 4.1 - Fluxograma com as etapas de remoção de recobrimentos de partículas em solos e sedimentos.

Método 2: Citrato-Ditionito-Bicarbonato de sódio (MEHRA; JACKSON, 1960)

Esse método foi proposto por Mehra e Jackson (1960) visando solubilizar o “ferro livre”⁷. O pré-tratamento consiste na destruição da matéria orgânica com peróxido de hidrogênio (a frio e a quente) e remoção dos óxidos de ferro com DCB (mistura de Ditionito, Citrato e Bicarbonato de Sódio). A redução é o processo predominante. Embora o Ditionito comece a reduzir muito fortemente em pH abaixo de 9-10 o Bicarbonato ajuda a tamponar a solução mantendo o pH dentro da faixa entre 7-8, considerada ótima para este método (Figura 4.1).

Método 3: Acetato–Ditionito de Sódio (Adaptado de MEHRA; JACKSON, 1960 e DEB, 1950)

Propõe-se uma adaptação dos procedimentos de Mehra e Jackson (1960) e Deb (1950) com oxidação da matéria orgânica com peróxido de hidrogênio (a frio e a quente), remoção dos óxidos de ferro com acetato de sódio tamponando em pH 5, utilizando Ditionito de Sódio diluído em água (Figura 4.1).

4.2.1.3 Separação dos Fitólitos

Após a eliminação da MOS e ferro “livre” procedeu-se a separação da fração dos fitólitos. Nessa etapa utilizou-se uma solução de politungstato de sódio ($\text{Na}_6(\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{40})\text{H}_2\text{O}$) com densidade $2,35 \text{ g. cm}^{-3}$ (MILLER-ROSEN, 1992, 1996; MUNSTERMAN; KERSTHOLD, 1996). Para essa finalidade, em todos os métodos testados, foram utilizados os procedimentos descritos em Madella, Powers-Jones e Jones (1998) com politungstato de sódio $2,35 \text{ g.cm}^{-3}$ somente por centrifugação.

4.2.1.4 Classificação e contagem de Fitólitos

A fração recolhida, incluindo fitólitos, diatomáceas e outros corpos silicosos, foi montada em lâminas para microscópio, usando óleo de imersão para observações 3D. As observações foram realizadas em um microscópio Zeiss Axioscopic com magnificação de 400x. Para fins de estatística foram preparados e contados três linhas

⁷ Ferro “livre”, segundo Mehra e Jackson compreende revestimentos de óxidos de ferro, tanto amorfos como cristalinos (hematita, goetita e lepidocrocita).

em cada lâmina, três vezes para cada amostra conforme Carnelli (2002). Os nomes dos morfotipos foram mantidos em inglês para facilitar a correspondência com a literatura internacional, tendo-se em vista a não existência de traduções oficiais dos mesmos para a língua portuguesa. Foram contados em média 38, 245 e 245 fitólitos com significado taxonômico nos métodos 1, 2 e 3, respectivamente (Tabela 4.1). As assembléias de fitólitos foram calculadas como a porcentagem da soma dos fitólitos identificados.

Tabela 4.1 - Média aritmética do número de fitólitos com significado taxonômico contados por amostra

-----Quantidade média de fitólitos-----					
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 5	Geral
Método 1	23	48	45	123	38
Método 2	239	262	232	245	245
Método 3	289	229	213	190	245

Os fitólitos extraídos foram nomeados conforme International Code for Phytolith Nomenclature (MADELLA; ALEXANDRE; BALL, 2005). Os morfotipos foram agrupados em quatro (4) grupos baseados em morfologia padrão das diferentes plantas de origem: (a) *Poaceae* (TWISS; SUESS; SMITH, 1969; TWISS, 1992; TIESZEN et al., 1979), (b) *Arecaceae* (Palmeiras) (KONDO; IWASA, 1981; PIPERNO, 2006; ALEXANDRE et al., 1997b; 1999; BARBONI et al., 1999), (c) *Dicotyledoneae* (RUNGE, 1999); e (d) *Araucariaceae* (PARR; WATSON, 2007).

4.2.1.5 Estatística

Os valores médios dos morfotipos e da quantidade de fitólitos obtidos para as diferentes amostras (1, 2, 3 e 4) em cada procedimento (métodos 1, 2 e 3) foram comparados pelo teste t de Tukey ($\alpha < 0,05$) utilizando o Software SAS (Statistical Analyses System Institute, 2005-v.8.02.).

4.2.2 Resultados

Nas amostras 1 e 2 a quantidade de material de silte e areia (que inclui fitólitos, quartzo e outros minerais) recuperada com politungstato de sódio pelo método 1 foi 20-

30 vezes superior à obtida com os métodos 2 e 3. Em geral, nos três métodos empregados, esta quantidade de material extraído diminuiu com a profundidade em que as amostras foram retiradas (Figura 4.2). O método 1 apresentou maior coeficiente de variação (Tabela 4.2) entre as porcentagens de morfotipos identificados. Isso tanto pode ser devido a abundante presença de material não fitolítico (que pode ter interferido na contagem) assim como a pouca experiência do operador na extração de fitólitos.

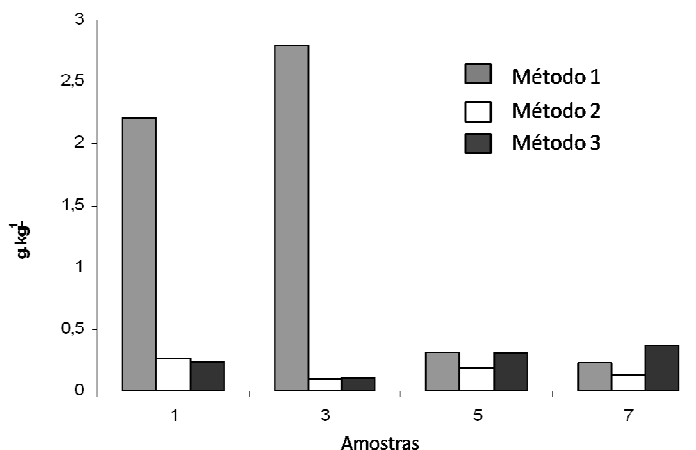


Figura 4.2 - Quantidade de material extraído com Politungstato de Sódio, $d=2,35 \text{ g. cm}^{-3}$ em cada método.

Os métodos 2 e 3 apresentaram valores de média de porcentagem de morfotipos bastante parecidos. As principais variações entre esses dois métodos foram observadas nos morfotipos das *Arecaceae* e *Araucariaceae*. No método 1 destaca-se a maior ocorrência de *Bulliform*, *Elongate* (*Poaceae* em geral) e *Rondel* (*Pooideae*). Nos outros, as formas de maior frequência são os *Elongates* e os *Bulliforms*.

Tabela 4.2 - Coeficiente Variação e Média aritmética do conjunto de dados por grupo taxonômico identificado

		Método 1		Método 2		Método 3	
		CV	Média	CV	Média	CV	Média
Poaceae	Panicoideae	115,48	1,83	73,63	4,43	67,59	2,46
	Pooideae	91,36	11,53	65,91	8,91	89,02	5,44
	Chloridoideae	109,76	5,21	90,88	3,84	53,09	3,92
	Elongate	82,30	13,80	44,50	16,10	84,45	17,56
	Bulliform	47,16	31,13	63,91	17,92	56,03	18,02
Dicotileneae	Globular	108,07	6,02	85,58	11,51	68,03	8,75
Araucariaceae	Globular Echinat	130,55	2,11	41,04	13,60	81,85	8,18
Arecaceae	Crater Shaped	164,80	1,38	82,06	1,60	132,46	7,30

No aspecto qualitativo, constata-se por meio de análise visual que as partículas extraídas pelo método 2 são “mais limpas”, indicando melhor remoção dos seus recobrimentos de MOS e “ferro livre”(Figura 4.3).

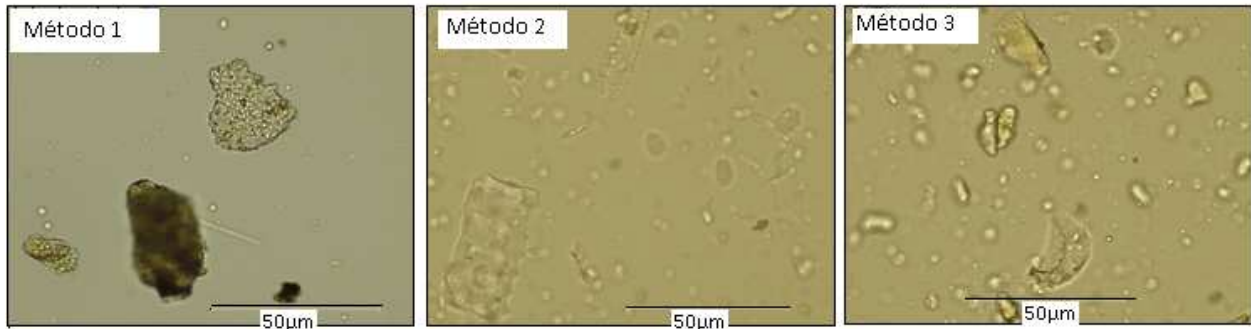


Figura 4.3 - Aspecto geral do material extraído pelos três métodos testados.

O método 1 apresentou diferenças estatísticas (nível de significância de 5%) entre as amostras 1 e 2 para o morfotipo *Bulliform* e entre as amostras 1 e 4 para o morfotipo *Elongate*. O método 2 apresenta diferença significativa somente entre as amostras 1 e 2 para o morfotipo *Irregular*. O método 3 não apresentou diferença significativa entre as amostras (Figura 4.4).

A comparação dos morfotipos por amostra entre os métodos indicou diferença somente entre os métodos 1 e 2, nas amostras 2 e 3, no morfotipo *Globular Echinat* (Arecaceae) (Tabela 4.3).

Os sinais de corrosão aumentaram com a profundidade de coleta das amostras. Entretanto, no método 1 é maior a ocorrência de grãos (fitolíticos ou não) com sinais de dissolução/corrosão em todas as amostras, provavelmente decorrentes da ação do HCl nos processos de limpeza do material e, em menor proporção, da ação dos processos tafonômicos⁸. Nesse método as amostras 1, 2 e 4 apresentaram menor número de classes de morfotipos (Figura 4.5) significativamente diferentes em relação aos outros métodos.

Os resultados obtidos para a contagem dos fitólitos na lâmina e a proporção de fitólitos no material analisado indicam que:

⁸ do Grego. *taphós*, enterramento, sepultura e *nómos*, lei).

- (i) o número total de fitólitos contidos na fração extraída com o líquido pesado apresenta pequenas variações sem significado estatístico entre os métodos;
- (ii) a porcentagem de fitólitos nas lâminas diferiu estatisticamente entre os métodos nas amostras 2, 3 e 4;
- (iii) o teor de fitólitos no solo (g. kg^{-1}) diminui em profundidade com pequenas variações entre os métodos, porém somente a amostra 3 apresenta diferença significativa entre os métodos 1 e 2 (Tabela 4.4).

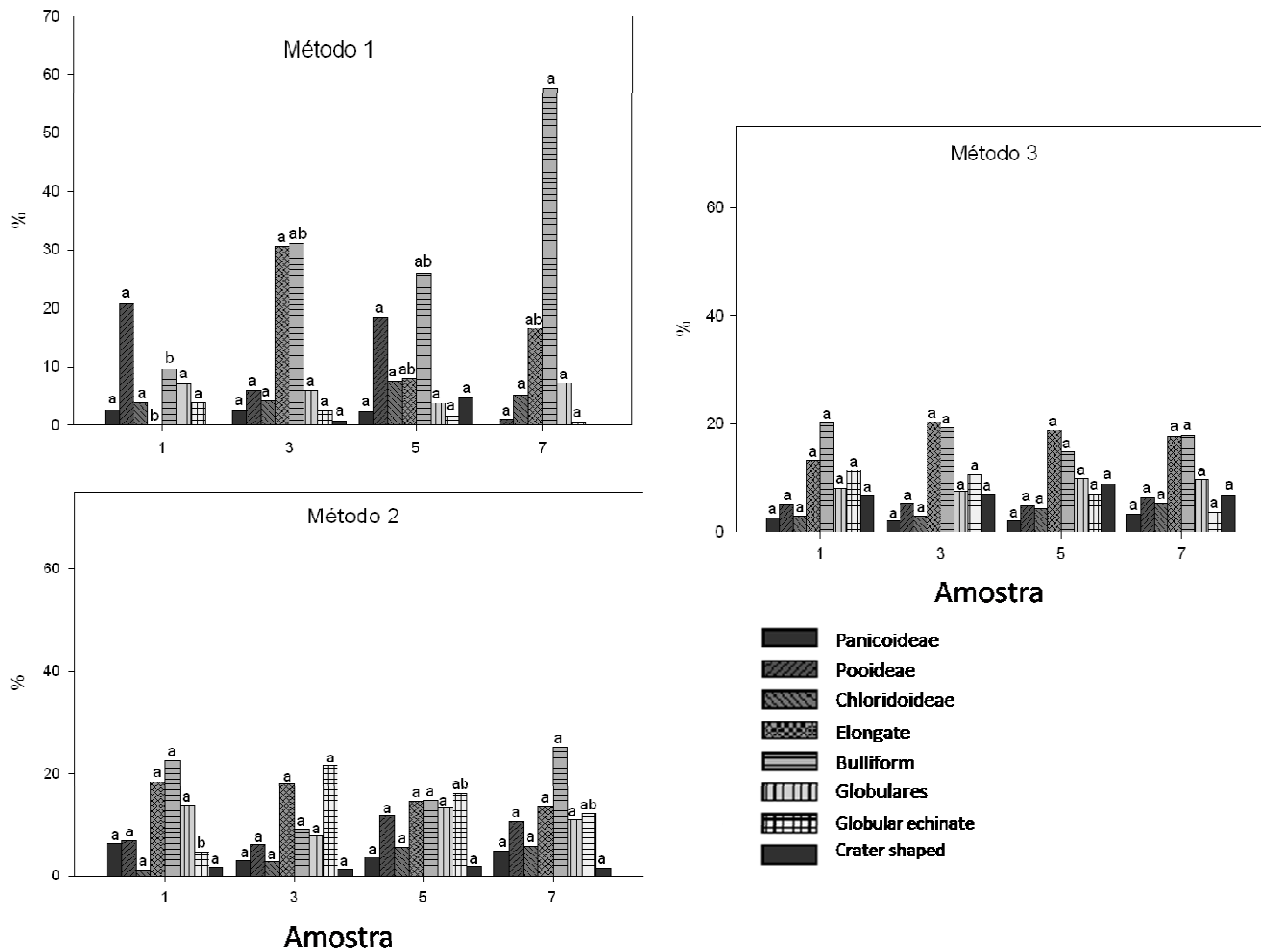


Figura 4.4 - Distribuição do efeito do método na extração de morfotipos de fitólitos por amostra. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 4.3 - Comparação entre métodos da quantidade de morfotipos identificados em cada amostra.

	-----Poaceae-----					Dicotiledoneae	Araucariaceae	Areaceae
	Panicoideae	Pooideae	Chloridoideae	Elongate	Bulliform	Globular	Globular Echinatae	Crater Shaped
	Amostra 1							
Método 1	3,59 a	20,77a	3,87 a	0a	9,68 a	7,14 a	3,87 a	0a
Método 2	6,28 a	7,00 a	1,16 a	18,39 a	22,53 a	13,74 a	4,59 a	1,61 a
Método 3	2,45 a	5,21 a	2,91 a	13,21 a	20,21 a	8,18 a	11,37 a	6,65 a
	Amostra 2							
Método 1	2,45 a	5,90 a	4,20 a	30,69 a	31,14 a	5,99 a	2,45 b	0,69 a
Método 2	2,92 a	6,16 a	2,75 a	17,87 a	9,24 a	7,91 a	21,51 a	1,40 a
Método 3	2,03 a	5,26 a	3,40 a	20,36 a	19,25 a	7,42 a	10,61 ab	6,88 a
	Amostra 3							
Método 1	2,29 a	18,46 a	7,51 a	7,99 a	26,04 a	3,74 a	1,63 b	4,81 a
Método 2	3,72 a	11,86 a	5,63 a	14,57 a	14,80 a	13,26 a	16,12 a	1,86 a
Método 3	2,02 a	4,89 a	4,44 a	18,92 a	14,75 a	9,80 a	7,05 ab	8,94 a
	Amostra 4							
Método 1	0 a	0,99 a	5,25 a	16,53 a	57,67 a	7,21 a	0,49 a	0 a
Método 2	4,79 a	4,30 ha	5,83 a	13,56 a	25,13 a	11,1 a	12,19 a	1,55 a
Método 3	3,36 a	6,41 a	5,28 a	17,77 a	17,88 a	9,61 a	3,68 a	6,74 a

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$)

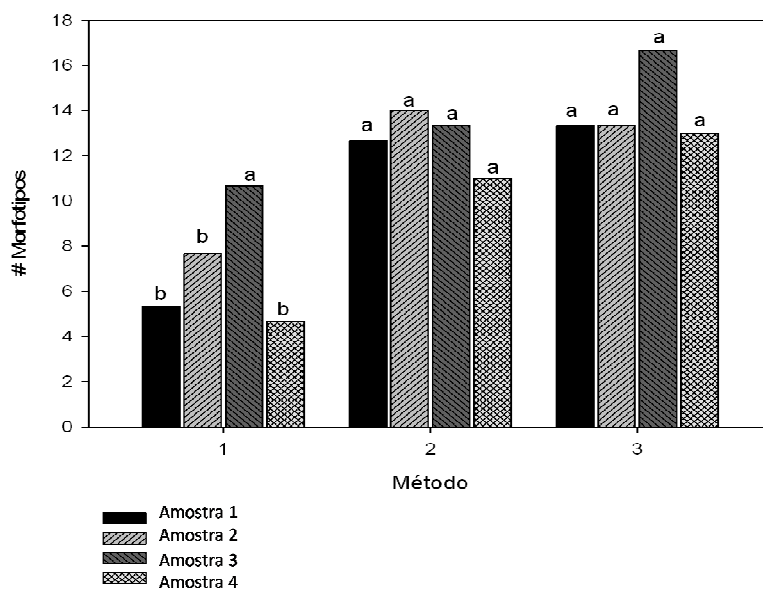


Figura 4.5 - Variação por método da quantidade de morfotipos identificados. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 4.4 - Quantidade absoluta de fitólitos contados por lâmina e a proporção de fitólitos no material analisado.

	# total de fitólitos na fração extraída	% fit na lâmina	gramas de fit. kg^{-1} de solo
Amostra 1			
Método 1	1587795a	5,671a	1,682a
Método 2	190967a	19,851a	0,2788a
Método 3	551578a	9,321a	0,5517a
Amostra 2			
Método 1	4874431a	6,189b	1,4388a
Método 2	113946a	15,6222a	0,1701a
Método 3	593390a	9,842ab	0,1915a
Amostra 3			
Método 1	3943911a	6,344b	0,25217ab
Método 2	121302a	13,202a	0,17723b
Método 3	379644a	6,931ab	0,52201a
Amostra 4			
Método 1	246821a	10,317a	0,29114a
Método 2	64653a	12,141a	0,14163a
Método 3	218509a	3,441b	0,15979a

4.2.3 Discussão

As técnicas aplicadas no pré-tratamento para extração de fitólitos parecem ser fortemente influenciadas pelo pH das soluções empregadas (HCl, DCB e Ditionito diluído em água). Rapp e Mulholland (1992) destacam que os fitólitos são susceptíveis às condições de solução com valores extremos de pH e que a presença de óxidos e hidróxidos ajuda a protegê-los das variações das condições edáficas e tafonômicas ao longo do tempo enquanto estão incorporados aos solos. Entretanto, para a análise fitolítica a remoção desses recobrimentos é necessária para melhorar a difração dos morfotipos e a dispersão da argila durante o fracionamento (separação) dos fitólitos (MADELLA; POWERS-JONES; JONES, 1998). A menor proporção de fitólitos e de morfotipos obtido pelo método 1 parece resultar da maior solubilidade da sílica desencadeada pela elevada acidez ($\text{pH} < 2$) atingida durante as etapas iniciais. Esse método é muito empregado em sedimentos e o HCl é indicado para eliminação dos carbonatos. No caso dos Latossolos essa etapa seria desnecessária uma vez que não possuem carbonatos. Nos materiais de Latossolos utilizados o HCl promoveu uma hidrólise ácida muito forte que além de dissolver os óxidos de ferro, atacou a sílica, dissolvendo também as partículas minerais como os grãos de quartzo e os fitólitos, sobretudo aqueles morfotipos de elevada superfície específica (menor tamanho) e menor robustez (células curtas, alguns *elongates*, *globulares* e *psilates*, etc). Estudos realizados com opala biogênica na década de 1980 comprovaram que a taxa de dissolução do quartzo aumenta com a diminuição do tamanho da partícula. (BARTOLI e WILDING, 1980; DRESS et al., 1989).

Os métodos 2 e 3 preservaram mais os fitólitos e demonstraram ser mais eficientes na limpeza e extração em função da ação removedora realizada a um pH mais próximo da neutralidade. Nesses métodos o pH se manteve em torno de 6-8, portanto, dentro da faixa de estabilidade da sílica cristalina e amorfa. Em ambos os métodos o Ditionito foi usado como agente redutor do ferro, sendo que no método 2 foi empregado o Citrato de sódio para promover a complexação do Fe (II) (descartado junto com o sobrenadante). No método 3 a tendência é manter pH mais baixo do que no método 2. Drees et al. (1989) ressaltam que a solubilidade da sílica (cristalina e amorfa)

é essencialmente constante entre limites de pH entre 2 e 8,5, mas aumenta rapidamente acima de 9 devido a ionização do ácido monossilícico.

As variações encontradas na quantidade de fitólitos (Tabela 4) reforçam a eficiência dos métodos 2 e 3. Os valores determinados por esses métodos estão em concordância com dados reportados por Dress et al., que variam de <1 a 30 g.kg⁻¹ de solo total.

4.3 Considerações Finais

De modo geral, o método 1 foi o mais agressivo aos fitólitos. Foi o menos eficiente e o mais seletivo na extração, haja vista que somente aqueles fitólitos de maior diâmetro/tamanho como os *Bulliformes* e *Elongates* se preservaram.

Os métodos 2 e 3 apresentaram resultados bastante semelhantes. O método 2 extraiu maior variedade e quantidade de fitólitos, e menor quantidade de outras partículas, permitindo uma melhor caracterização da vegetação. O método 3 parece ser tão eficiente quanto o método 2 na remoção dos recobrimentos e o processo é relativamente mais barato, pois necessita de menos produtos químicos. Contudo, em solos muito argilosos recomenda-se o método 2, por ser mais eficiente na dispersão e retirada da fração argila. A escolha, tal como antes recomendado por Zhao e Pearsall (1998) e Parr (2002) dependerá dos objetivos do trabalho e das condições logísticas de que dispõe o pesquisador.

Referências

- AB'SABER, A. N. **The paleoclimatic and paleoecology of Brazilian Amazônia. Biological diversification in the tropics.** New York: Columbia University Press, p.41-59, 1982.
- ABRANTES, F. A 340,000 year continental climate record from tropical Africa - news from opal phytoliths from the equatorial Atlantic. **Earth and Planetary Science Letters**, Amsterdam, v. 209, p.65-179, 2003.
- ALEXANDRE, A.; MEUNIER, J. -D.; COLIN, F.; KOUD, J-M. Plant impact on the biogeochemical cycle of silicon and related weathering processes. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, Nova York, v. 61, n. 3, p. 677-682, 1997a.

- ALEXANDRE, A.; MEUNIER, J.-D.; LCZINE, A.-M.; VINCENS, A.; SCHWARTZ, D. A. Phytoliths: indicators of grassland dynamics during the late Holocene in intertropical Africa. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v. 136, p. 213-229, 1997b.
- BARBONI, D.; BONNEFILLE, R.; ALEXANDRE, A.; MEUNIER, J. D. Phytoliths as paleoenvironmental indicators, West Side Middle Awash Valley, Ethiopia. **Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology**, Amsterdam, v. 152, p. 87–100, 1999.
- BARTOLI, F.; WILDING, L.P. Dissolution of biogenic opal as a function of its physical and chemical properties, **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v.44, p. 873–878, 1980.
- BLINNIKOV, M. S. Phytoliths in plants and soils of the interior Pacific Northwest, USA. **Review of Paleobotany and Palynology**, Amsterdam, v.135, p.71-98, 2005.
- BORBA-ROSCHER, M., ALEXANDRE, A., VARAJAO, A.F.D.C., MEUNIER, J.D., VARAJAO, C.A.C., COLIN, F. Phytoliths as indicators of pedogenesis and paleoenvironmental changes in Brazilian cerrado. **Journal of Geochemical Exploration**, Amsterdam, v. 88, n.1/3, p. 172-176, 2006.
- BOYD, W.E.; LENTFER, C.J.; TORRENCE, R. Phytolith analysis for a wet tropic environment: methodological issues and implications for the archaeology of Garua Island, West New Britain, Papua New Guinea. **Palynology**, Stroudsburg v. 22, p. 213–228, 1998.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. **Folhas SF23/24, Rio de Janeiro/Vitória: Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso Potência da Terra**. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1983d. 780p. (Levantamento dos Recursos Naturais, 32).
- BREMOND, L.; ALEXANDRE, A.; HÉLY, C.; GUIOT, J. A phytolith index as a proxy of tree cover density in tropical areas: calibration with Leaf Area Index along a forest–savanna transect in southern Cameroon, **Global and Planetary Change**, Amsterdam, v. 45, n.4, p. 277–293, 2005.
- CARBONE, V. A. Phytoliths as palaeoecological indicators. **Annals of the New York Academy of Science**, New York, v. 288, p.194–205, 1997.
- CARNELLI, A. Long term dynamics of the vegetation at the subalpine-alpine ecocline during the Holocene: comparative study in the Aletsch region, Val d'Arpette, and Furka Pass (Valai, Switzerland). **Terre & Environnement**, Suisse, v. 40, 2002. 349p
- COCKER, K. M.; EVANS, D. E.; HODSON, M. J. The amelioration of aluminium toxicity by silicon in higher plants: solution chemistry or an in planta mechanism? **Physiology Plant**. Bern, v.104, p. 608-614, 1998.

COIL, J.; KORSTANJE, M.A.; ARCHER, S.; HASTORF, C. A. Laboratory goals and considerations for multiple microfossil extraction in archaeology. **Journal of Archeological Science**, New York, v.30, p. 991–1008, 2003.

DAVIS, B. E. Loss-on-ignition as an Estimate of Soil Organic Matter. **Soil Science Society of American Proceeding**, Madison, v.38, p. 150-151, 1971.

EB, B. C. The estimations of free iron oxide in soils and clays and their removal: **Journal Soil Science**, v. I, p. 212-220, 1950.

DREES, L.R.; WILDING, L.P.; SMECK, N.E.; SENKAYI, A. L. Silica in soils: quartz and disordered silica polymorphs. 2nd ed. In: Dixon, J.B.; Weed, S.B. (Ed.), *Minerals in Soil Environments*, **Soil Science of America**, Madison, p. 913–974, 1989.

ELBAUM, R.; WEINER, S. Detection of Burning of Plant Materials in the Archeological Record by Changes in the Refractive Indices of Siliceous Phytoliths. **Journal of Archeological Science**, New York, v.30, p. 217–226, 2003.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2^a. Ed Brasília: Embrapa Produção de Informação; RJ: Embrapa Solos, 2006. 306p.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Survey Division. Soil Conservation Service. Soil Survey Staff. **Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soils surveys**. 2nd ed Washington, 1999. 869p.

FREDLUND, G. G.; TIESZEN, L. L. Modern phytolith assemblages from the North American Great Plains, **Journal of Biogeographic**, Oxford, v.21, p. 321–335, 1994.

FUNKHOUSER, J. W.; EVITT, W. R. Preparation techniques for acid-insoluble microfossils. **Micropaleontology**, New York, v.5, n. 3 p. 369-375, 1959.

HORROCKS, M. A combined procedure for recovering phytoliths and starch residues from soils, sedimentary deposits and similar materials, **Journal of Archeological Science**, New York, v.32, p. 1169–1175, 2005

JACKSON, M. L. **Soil chemical analysis – Advanced course**. Madison: Published by the author, Department of Soil Science, University of Wisconsin, 1956. 894p

JONES, J. B.; SEGNET, E. R. Water in sphere-type opal. **Mineralogical Magazine**. London, v.37, p. 357–361, 1969.

JONES, L. H. P.; MILNE, A. A. Studies of silica in the oat plants. I. Chemical and physical properties of the silica. **Plant Soil**, v.18, p.207-220, 1963.

- KONDO, R., IWASA, Y. Biogenic opals of humic yellow latosols and yellow latosols in the Amazon region. **Research Bulletin Obihiro University**, Obihiro, v.12, p. 231–239, 1981.
- LENTFER, C.J.; BOYD, W.E. A comparison of three methods for the extraction of phytoliths from sediments. **Journal of Archeological Science**, New York, v.25, p. 1159–1183, 1998.
- MADELLA, M.; ALEXANDRE, A.; BALL, T. International Code for Phytolith Nomenclature 1.0. **Annals of Botany**, Oxford, v. 96, n.2, p. 253–260, 2005.
- MADELLA, M.; POWERS-JONES A. H.; JONES, M. K. A Simple Method of Extraction of Opal Phytoliths from Sediments Using a Non-Toxic Heavy Liquid. **Journal of Archeological Science**, New York, v.25, p.801–803, 1998.
- MEHRA, O.P., JACKSON, M.L. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite–citrate system buffered with sodium bicarbonate, **Clays and Clay Minerals**, New York, v. 7, p. 317–327.1960.
- MILLER-ROSEN, A. Preliminary identification of silica skeleton from Near Eastern Archeological sites: an anatomical approach. In (G. Rapp Jr. & S. C. Mulholland, Eds) **Phytolith Systematics: Emerging Issues**. New York: Plenum Press, p. 129–147, 1992
- MILLER-ROSEN, A. Phytolith evidence for Mousterian and Epipalaeolithic plant exploitation at Hayonim Cave, Israel. ANNUAL MEETING OF THE SOCIETY OF AMERICAN ARCHAEOLOGY, 60, 1995. Minneapolis, Minnesota. **Papers...** Minneapolis, Minnesota, 1995.
- MOORE, P. D.; WEBB, J. A.; COLLINSON, M. E. **Pollen Analysis**. 2nd. ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1991. 216p.
- MULHOLLAND, S.C. Phytolith shape frequencies in North Dakota grasses: a comparison to general patterns, **Journal of Archeological Science**, New York, v.16, p.489–511, 1989.
- MUNSTERMAN, D.; KERSTHOLT, S. Sodium polytungstate, a new non-toxic alternative to bromoform in heavy liquid separation. **Review of Palaeobotany and Palynology**, Amsterdam, v.91, p. 417–422, 1996.
- OSTERRIETH, M.; MADELLA, M.; ZURRO, D.; ALVAREZ, M.F., Taphonomical aspects of silica phytoliths in the loess sediments of the Argentinean. **Quaternary International** (2007), doi:10.1016/j.quaint.2007.09.002
- PARR, J. F. Effect of fire on Phytolith Coloration. **Geoarchaeology: An International Journal**, Chichester, v.21, n. 2, p.171-185, 2006.

PARR, J. F.; LENTFER, C. J.; BOYD, W. E. A comparative analysis of wet and dry ashing techniques for the extraction of phytoliths from plant material. **Journal of Archeological Science**, New York, v. 28, p. 875-886, 2001.

PARR, J.; WATSON, L. Morphological characteristics observed in the leaf phytoliths of selected Gymnosperms of eastern Australia. In: MADELLA, M.; ZURRO, D. **Plants, People and Places- recent studies in phytoliths analysis**. Oxbow Books. 2007. 272p.

PARR, J. F. A comparison of heavy liquid floatation and microwave digestion techniques for the extraction of fossil phytoliths from sediments, **Review of Palaeobotany and Palynology**, Amsterdam, v.120, pp. 315–336, 2002.

PEARSALL, D. M. **Paleoethnobotany: a Handbook of Procedures**, 2nd. Edition. San Diego: Academic Press, 2000.700p.

PIPERNO, D. R. **Phytolith Analysis: an Archeological and Geological Perspective**. San Diego: Academic Press, 1988.280p.

PIPERNO, D.R.; BECKER, P. Vegetational history of a site in the central Amazon Basin derived from phytolith and charcoal records from natural soils. **Quaternary Research**. San Diego, v.45, p. 202–209, 1996.

PIPERNO, D. R. **Phytoliths: A Comprehensive Guide for Archaeologists and Paleoecologists**. Lanham: AltaMira Press, 2006.238p.

RAPP, G.; MULHOLLAND, S. **Phytoliths Systematics, Emergins Issues**. Plenum Press, New York, 2003. 350p.

ROVNER, I. Potential of opal Phytoliths for Use in Palaeoecological Reconstruction, **Quaternary Research**, San Diego, v. 1, n.3, p.345-359, 1971.

ROVNER, I. Plant opal phytolith analysis: major advances in archaeobotanical research. In SCHIFFER, M. (Ed.). **Advances in Archeological Method and Theory** , New York, v.6, p. 225-266, 1983.

RUNGE, F. The opal phytolith inventory of soil in central Africa – quantities, shapes, classification, and spectra. **Review of Palaeobotany and Palynology**, Amsterdam, v.107, p.23–53, 1999.

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

SOFTWARE SAS (Statistical Analyses System Institute, 2005-v.8.02.).

TIESZEN L. L.; HEIN, D.; QVORTRUP, S.; TROUGHTON, J.; IMBAMBA, S. Use of de ^{13}C values to determine vegetation selectivity in East African herbivores. **Oecologia**, Berlin, v. 37, p.351-359, 1979.

TWISS, C.; SUESS, E.; SMITH, R. M. Morphological classification of grass phytoliths. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v.33, p.109–115, 1969.

TWISS, P. C. A cormudgeon's view of grass phytolithology. In: MEUNIER, J.D. and F. COLIN, F, Editors, **Phytoliths: Applications in earth sciences and human history**, Balkema, Amsterdam,. 2001. p.7-25.

ZHAO, Z.; PEARSALL, D.M. Experiments for improving phytolith extraction from soils. **Journal of Archeological Science**, New York, v. 25, p. 587–598, 1998.

5 OCORRÊNCIA E SIGNIFICADO AMBIENTAL DE FITÓLITOS EM LATOSSOLOS COM HORIZONTE A HÚMICO

Resumo

Durante o ciclo vegetativo algumas plantas depositam parte da sílica solúvel que conseguem absorver do solo na forma de ácido monossilícico (H_4SiO_4) dentro e entre as células, gerando corpos de sílica opalina ($SiO_2.nH_2O$) denominados *fitólitos*. Embora susceptíveis a dissolução em condições de pH extremos, ou quando muito pequenos, sob condições normais os fitólitos podem permanecer por longos períodos de tempo no solo e podem ajudar na investigação sobre a reconstrução de paisagens e de climas pretéritos. A reconstrução das condições paleoambientais que contribuíram na definição dos processos pedogenéticos, entrada e estabilização da matéria orgânica no horizonte húmico hiperdesenvolvido de três Latossolos foi realizada a partir da análise de assembléia de fitólitos encontrada no solo. Foram estudados perfis representativos de três biomas atuais, Floresta Subtropical Mista com Araucária, Transição Floresta Atlântica/ Cerrado e Cerrado, localizados em Guarapuava (PR), Machado e Salinas (MG), respectivamente. Os resultados da assembléia fitolítica foram comparados com os dados de carbono (C-total, C-orgânico e $\delta^{13}C$) e a cronologia estabelecida com base em datações ^{14}C . Constatou-se que todos os perfis passaram por mudanças na composição da vegetação. A gênese da matéria orgânica que caracteriza o horizonte A húmico dos perfis do Sul e Norte de Minas Gerais se desenvolveu predominantemente sob vegetação C_3 , com forte contribuição de plantas C_4 , sobretudo na região Norte desse Estado. O perfil de Machado teria passado por variações mais significativas, sobretudo de umidade que possibilitaram a entrada da Araucária, constatadas por meio de análise fitólitos com morfologia típica dessa espécie e o perfil de Guarapuava iniciou seu desenvolvimento sob vegetação de campo subtropical, passando a floresta subtropical mista com Araucária devido ao aumento da umidade nos últimos 1.500 anos AP. Os índices fitolíticos usados, ainda que os valores obtidos sejam diferentes, demonstraram tendências de alterações que são válidas para indicar as pequenas variações na estrutura da vegetação das áreas estudadas. Entretanto, é necessário definir os valores desses índices, por meio do estudo da vegetação moderna, para caracterizar os biomas da região tropical Sul-Americana e para distinguir os tipos de vegetação que podem apresentar estruturas diferentes de acordo com a topografia, a umidade e a temperatura das áreas em que ocorrem.

Palavras-chave: Paleoambiental; Horizonte A húmico; Fitólitos, Isótopos de carbono

Abstract**Occurrence and Environmental Significance of Phytoliths in Latossols (Oxisols) with Overdeveloped A Humic Horizon**

During their vegetative cycle some plants deposit silica bodies between and within their cells. This silica is first absorbed from the soil solution as silicic acid (H_4SiO_4) and the plant silica bodies is recognized as biogenic opal ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) recognized as *phytoliths*. In conditions of extreme pH phytoliths are susceptible to dilution but in normal condition they may remain for long periods in soil where they may be very useful to help the investigations about past climatic and environmental conditions. In order to reconstruct the paleoenvironmental conditions and pedogenetic processes that may have contributed to the formation of the overdeveloped A humic horizons (thick umbric epipedon) in Latossols phytoliths were extracted from soil materials of three pedons and their assemblages analysed. The pedons located on three biomes: Mixed Subtropical Forest, Atlantic Forest - Transition to Cerrado and Cerrado ("savanna"), in the municipalities of Guarapuava (PR), Machado e Salinas (MG), respectively. The results of phytoliths assemblage were compared to carbon data (total C, organic C, and $\delta^{13}\text{C}$) and to the chronology based on radiocarbon dating (^{14}C). The phytolitic assemblages revealed that all pedons had passed through changes on their vegetal cover. The organic matter from the A humic horizon of the Southern and Northern portion of the Minas Gerais State had developed mostly under C_3 vegetation, with strong contribution of C_4 plants, especially in the North. In the south, the soil from Machado would have changed significantly, especially in moisture. This change in moisture status enabled the introduction of Araucaria trees as confirmed by means of the phytoliths analyses. Guarapuava's profile would have initiated under grassland vegetation (subtropical native pasture) changing to mixed subtropical Forest with increase of humidity in the last 1.500 years. Although their different values, the phytoliths indices available showed tendencies of alteration which are valid to indicate little variations in the vegetative structure of the studied areas. However, it is necessary to define values for those indices by means of the study of the current vegetation in order to characterize biomes of Tropical South-American region and to distinguish the types of vegetation that may present different structures according to the topography, humidity and temperatures of the areas of their occurrence.

Keywords: Palaeoenvironmental; Humic horizon A; Umbric epipedon; Phytoliths; Carbon isotopes

5.1 Introdução

No Brasil, destacam-se os Latossolos com horizonte A húmico (Lh), hiperdesenvolvido (>100 cm de espessura) com quantidades elevadas de carbono orgânico. Atualmente, esses solos são encontrados em zonas Tropical e Subtropical úmida, nas partes elevadas em paisagens geomorfologicamente mais antigas e evoluídas das regiões Sudeste, Sul e Nordeste do Brasil. Em geral, apresentam características morfológicas e mineralógicas que permitem inferir que esses solos passaram por vários ciclos pedogenéticos de diferentes intensidades e duração sendo, provavelmente, solos poligenéticos (SCHAFFER, 2001; KAMPF e KLAMT, 1978; MUGGLER, 1988; ALMEIDA; TORRENT; BARRÓN (2003).

Hipoteticamente, os Lh corresponderiam a *paleossolos relictuais*⁹ e o o horizonte húmico teria se espessado sob condições ambientais distintas das atuais, provavelmente sob clima mais frio e seco (LEPSCH; BUOL, 1986) uma vez que outros solos adjacentes aos mesmos, e situados em superfícies mais recentes, não possuem este tipo de horizonte. Essa variação nas condições climáticas teria interferido tanto nas adições como na estabilização da matéria orgânica desse horizonte, favorecendo o espessamento e escurecimento do mesmo. Os estudos dessas variações no Brasil têm sido realizados por meio de análises polínicas em material extraído de lagos e turfeiras (LEDRU, 1993; OLIVEIRA, 1992; LEDRU et al., 1995; FERRAZ-VINCENTIN; SALGADO LABORIAU, 1996; PESSENDA et al., 1996; 2004; BEHLING, 1995; 1997a, b; 1999; 2001; 2002; BEHLING et al., 2004; 2008); e em solos bem drenados por meio de análises isotópicas (GOUVEIA et al., 1997; 199; PESSENDA et al., 1996; 2004, 2005; SAIA et al., 2007), entre outros.

Nos solos bem drenados, ambiente oxidante, os grãos de pólen tendem a ser escassos (ARGANT, 1990). Desta forma, essa limitação faz com que a alternativa da análise de fitólitos seja mais indicada, inclusive como mais um marcador ecológico.

⁹ Um paleossolo relictual é definido como aquele solo que começou a se formar em áreas que se preservaram e conseguiram escapar da destruição (erosão) ou enterramento e persistem como superfícies relictuais na paisagem atual (THORNBURY, 1969).

*Fitólitos*¹⁰ ou *opala biogênica* ou *silicofitólitos*¹¹ são corpos de sílica amorfa ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) produzidos por plantas ao longo dos seus ciclo vegetativos (JONES; SEGNIT, 1969; TWISS et al., 1969). Muitas famílias de plantas depositam parte da sílica solúvel (H_4SiO_4) que absorvem do solo, polimerizando-o e gerando esses corpos (JONES; SEGNIT, 1969; TWISS et al., 1969; ROVNER, 1983; PIPERNO, 2006) que possuem dimensões semelhantes às da fração areia muito fina (0,10 - 0,05 mm) e silte (0,05 - 0,002 mm) do solo (THORN, 2004).

As deposições de sílica biogênica para formação de fitólitos nos tecidos vegetais ocorrerem em vários tecidos da planta, dentro das células ou entre as células (SENDULSKY; LABOURIAU, 1966; ROVNER, 1971; PIPERNO, 1988; RUNGE, 1999). O nível de produção de fitólitos por uma planta está relacionado a vários fatores, entre eles as espécies taxonômicas (nem todas as plantas são produtoras de fitólitos), as condições climáticas e a disponibilidade de água no solo (especialmente a taxa de evapotranspiração) (MADELLA et al., 2007).

As principais plantas acumuladoras de silício, e produtoras de abundantes fitólitos com elevada diversidade e significado taxonômico são as Poaceae (TWISS et al., 1969; TWISS, 1987; 1992). Outras famílias de monocotiledôneas e algumas de dicotiledôneas também acumulam quantidades expressivas de sílica (PIPERNO, 1988; RUNGE, 1999). Uma vez que alguns morfotipos de fitólitos são específicos a determinadas espécies ou famílias, quando no solo eles podem servir para a identificação das plantas que os produziram pelo menos ao nível de família e gênero (SILVA; LABOURIAU, 1970; ROVNER, 1971; MULHOLLAND; RAPP, 1992).

Embora suscetíveis à dissolução em condições de pH extremos, sob condições normais (pH entre 4,0 e 8,0) os fitólitos podem permanecer por longos períodos de tempo no solo (MULHOLLAND; RAPP Jr., 1992; STRÖMBERG, 2004), onde podem prover informações sobre subfamílias de Poaceae (TWISS, 1992) que nele cresceram em outras épocas bem como de densidade de cobertura arbórea (ALEXANDRE et al., 1997a, b, 1999; BARBONI et al., 1999). Dessa forma em muito podem ajudar em

¹⁰ A palavra "*Phytolith*" em inglês e "*fitólito*" em português deriva do grego "Phyto=planta" e "lithos=pedra" e significa pedra produzida por plantas, atualmente denominada biomineral.

¹¹ O termo silicofitólito algumas vezes é empregado para diferenciar os fitólitos de oxalato de cálcio (calcifitólitos) dos de sílica. Contudo, neste trabalho o termo fitólito será empregado referindo-se somente àqueles de sílica.

estudos que visam a reconstrução da evolução histórica das paisagens e de seus climas pretéritos (ROVNER, 1971; TWISS, 2001) corroborando os estudos isotópicos e polínicos. Isso porque a reconstrução baseada somente na palinologia pode ser prejudicada devido à destruição dos grãos de pólen em ambientes oxidantes, como nos Latossolos, e pela variação na produção e dispersão entre as espécies de plantas (MOORE; WEBB; COLLINSON, 1991; ALEXANDRE, et al., 1997b; BREMOND et al., 2005).

Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ da matéria orgânica do solo registram as variações de plantas de ciclo fotossintético C_3 versus ciclo C_4 . As plantas C_3 incluem inúmeros *taxa* além das dicotiledôneas lenhosas. Portanto, os valores de $\delta^{13}\text{C}$ podem não representar adequadamente a densidade arbórea (ALEXANDRE; MEUNIER, 1999; BREMOND et al., 2005) de uma vegetação. Em regiões tropicais os fitólitos formados a partir de Dicotiledoneae lenhosa são facilmente distinguidos daqueles de Poaceae (BREMOND et al., 2005; BARBONI; BREMON; BONNRFILLR, 2007).

A possibilidade de diferenciar ecótonos valida a análise de assembléia de fitólitos como uma ferramenta eficaz em estudos de reconstrução (paleo)ambiental (TWISS, 1987; ALEXANDRE, et al., 1997 a, b; BARBONI et al., 1999) e pode ajudar no reconhecimento das condições climáticas e de vegetação sob as quais o horizonte húmico teria se desenvolvido.

O elevado tempo de permanência dos fitólitos em solos tropicais pode ser explicado pelos elevados teores óxidos de Al e Fe no solo e pouca umidade, que podem retardar o processo de dissolução da sílica opalina (RAPP Jr.; MUHLOLLAND, 1992; PIPERNO, 2006). Óxidos de Fe e Al, aliados a ambientes oxidantes, tendem a revestir os fitólitos o que faz com fiquem mais resistentes ao intemperismo (RAPP Jr.; MUHLOLLAND, 1992). A análise de assembléias de fitólitos é uma ferramenta acurada para caracterizar comunidades de vegetação dominada por Poaceae que nem sempre são detectadas pelas análises polínicas e isotópicas - $\delta^{13}\text{C}$ (ALEXANDRE et al., 1997a, b; FREDLUND; TIESZEN, 1997; BARBONI; BREMOND; BONNEFILLE, 2007) e para diferenciar vegetação aberta (campos/pradarias) da vegetação mais fechada de florestas (MADELLA, 2001).

Poucos estudos com análises de assembléias de fitólitos foram realizados em regiões tropicais (KONDO; IWASA, 1981; ALEXANDRE et al., 1997b; 1999; BARBONI et al., 1999; MADELLA, 2001; BREMOND et al., 2005; ABRANTS, 2003; BORBA-ROSCHEL et al., 2006; BARBONI; BREMOND; BONNEFILLE, 2007;). Em geral, solos bem desenvolvidos de zonas tropicais têm argilominerais com concentrações de sílica muito menor que nos solos de zonas temperadas, o que poderia levar a pesar que são pobres em fitólitos. Contudo eles são encontrados em grande quantidades, especialmente, naqueles mal drenados (PIPERNO, 2006). Ao contrário, a disponibilidade de sílica destes solos, associada com a habilidade das raízes de plantas em absorver ácido silícico do solo, favorece as altas concentrações de sílica em plantas (e solos) tropicais (PIPERNO, 2006).

Alexandre et al. (1997a; 1999) destacam que a análise de assembléia de fitólitos modernos em regiões tropicais permite estimar a cobertura de uma dada vegetação por meio da proporção do morfotipo *globular rugose* produzidos por dicotiledôneas, porque este morfotipo é relativamente resistente à dissolução em solos bem drenados e muito intemperizados como os Latossolos.

Segundo Schaefer (2001) a maior parte da cobertura latossólica do Brasil é de idade terciário-quadernária e acompanhou a evolução das paisagens sob diferentes condições ambientais ao longo do Quaternário. Nesse período, a intensidade das variações climáticas ocorridas no Brasil entre as épocas glaciais e interglaciais interferiu nas taxas de intemperismo, morfogênese, pedogênese e no tipo do revestimento florístico regional por meio de sucessivas expansões e retrações da floresta ou da vegetação mais aberta como campo, caatinga e cerrado durante o Pleistoceno e, em períodos relativamente curtos no Holoceno (MARTINELLI et al., 1996; PESSEDA et al., 2005). Vários estudos isotópicos e palinológicos foram realizados para definir os limites geográficos entre floresta e vegetação mais aberta (por exemplo, ABSY et al., 1991; OLIVEIRA, 1992; LEDRU et al., 1995; FERRAZ-VINCENTIN; SALGADO-LABORIAU, 1996; GOUVEIA et al., 1997; PESSEDA et al., 1996; 2004).

As variações pleistoceno-holocênicas nas condições climáticas da região Sul do Brasil teria determinado a expansão/retração dos campos e das matas de Araucária (BEHLING et al., 2004). Na região Sul foi constatado por meio de estudos de $\delta^{13}\text{C}$,

datação de ^{14}C e palinologia, que uma fase climática seca passou para úmida em 8.700 anos AP e depois esta úmida transicionou para seca em 4.000 anos AP, passando novamente para úmida em torno de 2.000 anos AP. que permanece até hoje (MELLO et al., 2003) na região Sul. As regiões Nordeste e Sudeste também passaram por importantes oscilações climáticas durante o Quaternário, nem sempre sincrônicas (SCHEEL-YBERT et al., 2003). O Holoceno se caracterizou-se aí como mais úmido que nas regiões Norte do Brasil após 3.000 anos AP. (ABSY et al., 1991; BEHLING e LICHTER, 1997), e condições mais quentes e seca predominaram no Nordeste depois de 4.000 anos AP. (OLIVEIRA et al., 1999). Estas oscilações impuseram distintas condições de umidade e sucessivas e conseqüentes mudanças na composição da cobertura vegetal natural (cerrado/floresta/caatinga).

Entretanto, raros são os trabalhos que consideraram a assembléia de fitólitos na reconstrução dos cenários paleoambientais do Brasil, excetuando-se os de Kondo e Iwasa (1981), Alexandre et al. (1999) e Borba-Roschel et al. (2006). Kondo e Iwasa (1981) avaliaram as assembléias fitólíticas encontradas em um Latossolo, localmente denominado "Terra de Preta de Índio" e um Latossolo Vermelho-Amarelo na região Amazônica e constataram mudanças das condições ambientais ao longo da formação desses solos. Alexandre et al. (1999) estudaram a assembléia de fitólitos em um Latossolo no limite entre floresta tropical úmida e cerrado no município de Salitre (Estado de Minas Gerais) no Sudeste brasileiro e constataram uma fase de savana, associada a clima mais seco ao longo do Holoceno Superior (5.500 e 4.500 anos AP), seguido por dois períodos representados por comunidades arbóreas desenvolvidas entre ~4.000 e ~3.000 anos AP e depois de ~970 anos AP que levou a formação da associação cerrado/floresta. Essa tendência teria sido interrompida e novamente se constata uma fase mais seca a partir de 970 ± 60 anos AP. Borba-Roschel et al. (2006) apresentam os resultados de um estudo preliminar realizado em uma turfeira localizada no cerrado em Uberaba (Minas Gerais) e compararam as assembléias de fitólitos da turfeira com as assembléias obtidas a partir das plantas dominantes na área (Ciperaceae e Poaceae).

Considerando os resultados obtidos por esses trabalhos e todas as vantagens já descritas na literatura para o uso de fitólitos como marcador ecológico e esclarecedor

das hipóteses paleoclimáticas para a gênese do horizonte húmico em Latossolos, objetiva-se neste estudo:

(i) Empregar a análise de assembléia de fitólitos associada a resultados de análises isotópicas, químicas e físicas de rotina do solo, bem como as características morfológicas, para investigar o caráter relictual dos Latossolos com horizonte A húmico encontrados no Brasil, nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste;

(ii) Identificar as variações na vegetação e no clima e definir as condições ambientais que vigoram na época da formação do horizonte húmico e que podem ter contribuído na incorporação e estabilização da matéria orgânica na superfície desse solo, induzindo o grande espessamento e escurecimento do horizonte A.

5.2 Desenvolvimento

5.2.1 Material e Métodos

5.2.1.1 Área de Estudo

Com base nos resultados discutidos nos capítulos anteriores, foram selecionados três perfis representativos das principais áreas de ocorrência dos Latossolos com horizonte húmico no Brasil, localizados nos municípios de Machado e Salinas, no estado de Minas Gerais e Guarapuava no Paraná (Figura 5.1).



Figura 5.1 - Localização das áreas de estudo.

A Tabela 5.1 apresenta as principais características fisiográficas das áreas de estudo. Os perfis foram descritos e coletados conforme Santos et al., (2005) e classificados conforme Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (EMBRAPA, 2006).

Tabela 5.1 – Localização e aspectos fisiográficos das áreas de estudo

	P3 – Machado (MG)	P20 – Guarapuava (PR)	P30 – Salinas (MG)
SiBCS (2006)	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico	Latossolo Bruno Ácrico típico com A húmico (B rúbrico)	Latossolo Vermelho Distrófico húmico
Localização	21°38'07"S 45°56'15.6"W	25°21'09.1"S 51°28'01.3"W	16°16'16.3"S 42°58'50.5"W
Altitude. (m.a.n.m)	1115	1079	908
Clima (Koëppen)	Cwb (Subtropical moderado úmido)	Cfb (Clima temperado marítimo úmido)	Aw (Tropical Chuvoso, clima de savana com inverno seco)
Vegetação Natural	Floresta Tropical Perenifólia	Floresta subtropical mista com Araucária	Cerrado <i>Sensu Stricto</i>
Litologia e Cronologia	Gnaiss e Granulitos – Comp. Guaxupé. Arqueano	Basalto Formação Serra Geral – Cretáceo	Filitos e Xistos – Grupo Macaúbas/Bambuí - Neoproterozóico
Relevo Regional	Forte ondulado à montanhoso	Suave ondulado à ondulado	Plano a suave ondulado
Mesorregião Geográfica (IBGE, 1990)	Sul e Sudeste de Minas Gerais	Centro Sul Paranaense	Norte de Minas Gerais
Unidade Geomorfológica/Autor	Planalto Atlântico do Sudeste (Ab'Sáber, 1953) Planalto Dissecado do Sul de Minas Gerais (Minas Gerais, 1983)	Planalto Meridional – 3º Planalto Paranaense (IBGE, 1977; Maack, 2002)	Superfície Sul Americana (King, 1956)

5.2.1.2 Análises Químicas e Físicas de Rotina

As amostras coletadas em todos os horizontes identificados foram submetidas às análises químicas (ataque sulfúrico, pH, teores trocáveis de Ca, Mg, Na, K, Al), para classificação dos solos, conforme Embrapa (1997) e análises granulométricas (método do densímetro) e de densidade do solo (EMBRAPA, 1997), todas realizadas nos Laboratório do Departamento de Ciência do Solo – ESALQ/USP.

5.2.1.3 Matéria Orgânica do Solo

O carbono orgânico (CO) contido na fração <2 mm (terra fina) moída foi medido conforme Embrapa (1997). A análise de $\delta^{13}\text{C}$ para determinação da composição isotópica e do teor de carbono orgânico total (COT) no material estudado foi realizada no Laboratório de Isótopos Estáveis - CENA/USP, em um espectrômetro de massa acoplado a um analisador elementar ANCA SL, Europa Scientific. Os resultados de COT foram expressos em gramas por quilograma (g. kg^{-1}) de peso seco e os da composição isotópica são apresentados em unidade de δ (‰), determinada em relação ao padrão internacional PDB e referem-se à média de duas determinações, com precisão de $\pm 0,2\%$.

A datação da matéria orgânica dos perfis de Machado (P3) e Salinas (P30) foi realizada em fragmentos de carvão extraídos do solo por meio de flutuação (PESSENDA; CAMARGO, 1991). Para a cronologia das eventuais mudanças da vegetação da área do perfil de Xanxerê - SC (P16) foram usadas as datações ^{14}C da fração humina da matéria orgânica extraída do solo conforme Pessenda et al. (1996a, b). O material para datação (fração humina e fragmentos de carvão) foi encaminhado ao Laboratório de Isótopos Estáveis do CENA/USP, bem como para análise por espectrometria de cintilação líquida (PESSENDA; CAMARGO, 1991) e por MAS (Espectrometria de Massa Acoplada a Acelerador de Partículas) no Laboratório IsoTrace em Toronto (Canadá) e no Center for Applied Isotopes Studies, na Universidade da Georgia. A idade ^{14}C é expressa em anos AP (antes do presente), normalizada a $-25,0\%$ (PDB), sendo considerado como presente o ano de 1950.

5.2.1.4 Amostragem e extração de fitólitos

O material foi coletado em intervalos de 5cm x 5cm até a base dos perfis, no horizonte A húmico e de 10 cm x 10 cm no restante do perfil. A extração dos fitólitos foi realizada por meio das etapas do Método 2, apresentado no capítulo anterior, que consiste na conjugação dos procedimentos preconizados por Merha e Jackson (1960) para remoção dos recobrimentos (matéria orgânica e ferro livre) e Madella, Power-Jones e Jones (1998) para separação dos fitólitos. Foram usados 4 gramas de solo (fração TFSA < 2mm) de cada amostra. A fração recolhida, incluindo fitólitos,

diatomáceas e outros corpos silicosos, foi montada em lâminas para microscópio, usando óleo de imersão para observações 3D. As observações foram realizadas em um microscópio Zeiss Axioscopic com magnificação de 400x.

5.2.1.5 Classificação e contagem de Fitólitos

Os fitólitos extraídos foram nomeados conforme International Code for Phytolith Nomenclature (MADELLA; ALEXANDRE; BALL, 2005) e agrupados de acordo com significado taxonômico de cada grupo: Mulholland (1989), Twiss (1992) e Fredlund e Tieszen (1994), Alexandre et al. (1997b; 1999), Runge (1999) e Parr e Watson (2007), conforme Tabela 5.2.

Tabela 5.2 - Representação esquemática dos grupos com significado taxonômico e ecológico adotado.

		FAMÍLIA	SUBFAMÍLIA	GÊNERO	MORFOTIPO (ICPN, 2005) ^{1,2}
Angiosperma	Monocotiledôneas	Poaceae	Panicoideae		<i>Bilobate</i>
					<i>Cross</i>
			Pooideae		<i>Rondel</i>
			Chloridoideae		<i>Square</i>
					<i>Saddle</i>
					<i>Bulliform</i>
				<i>Elongate</i>	
				<i>Hair</i>	
		Ciperaceae			
		Areaceae			<i>Globular echinate</i>
	Dicotiledônea (arbóreas e/ou arbustivas)				<i>Globular smooth</i>
					<i>Globular rugose</i>
Gimnosperma		Araucariaceae		Araucária	<i>Crater shaped</i>
		Pinaceae		Pinus?	<i>spheric-with-sockets</i>

¹ Exceto para as Araucariaceae (*crater shaped*) que está de acordo com Parr e Watson (2007) e para as Pinaceae (*spheric-with-sockets*) cf. Bremond et al., (2004). A forma *crater shaped*, é encontrada nos gêneros Araucaria e Wollemia da família Araucariaceae (PARR e WATSON, 2007). Na América do Sul o gênero *Wollemia* não está representado. Assim, podemos considerar que a morfologia *crater shaped* encontrada em nosso estudo indica a presença de árvores do gênero Araucaria.

² Os nomes foram mantidos em inglês para facilitar a correspondência com a literatura internacional

Uma transeção em cada lâmina foi contada para determinar a proporção de fitólitos e de outras partículas na fração obtida na separação com solução de politungstato com densidade $2,35 \text{ g. cm}^{-3}$, conforme Carnelli (2002). Em média foram contados e identificados 200 fitólitos com significado taxonômico por lâmina, e no mínimo 163, 152 e 295 nos perfis de Guarapuava, Salinas e Machado, respectivamente. As assembléias de fitólitos foram calculadas em função da porcentagem da soma dos fitólitos classificados.

5.2.1.6 Índices para Interpretação de Assembléias de Fitólitos Modernos e Fósseis

Para interpretação das condições do ambiente do solo têm sido propostos alguns índices que são calculados a partir de assembléias de fitólitos. Estes índices foram definidos por autores que estudaram as Poaceae nas grandes pradarias americanas “*American Great Plains*” (TWISS, 1992) e nas savanas do oeste africano “*West African*” (DIESTER-HAAS; SCHRADER; THIEDE, 1973; ALEXANDRE et al., 1997b). São eles: Índice de Adaptação a Aridez – Iph (ALEXANDRE et al., 1997b), Índice de Densidade Arbórea - D/P e Índice Climático – Ic (TWISS, 1987; 1992).

O **Índice de Adaptação a Aridez- Iph** foi desenvolvido inicialmente para avaliar as tendências de umidade e aridez em cordões marinhos por Diester-Haas; Schrader; Thiede (1973). Baseia-se na relação da quantidade de fitólitos Cloridoideae *versus* Cloridoideae+Panicoideae (TWISS, 1992). Este índice expressa a porcentagem de Cloridoideae entre as Poaceae C₄. Valores mais altos de Iph sugerem campos e/ou pradarias dominados por Cloridoideae, isto é, Poaceae xerófitas, indicando condições de clima e/ou edáficas secas. Baixo Iph indica predomínio de Panicoideae, isto é, Poaceae mesófilas sugerindo condições mais úmidas.

O Iph foi aplicado às condições tropicais da África por Alexandre et al. (1997b) e Barboni, Bremond e Bonnefille (2007). No oeste africano, os primeiros definiram o valor de 30% para estabelecer o limite entre as savanas de Poaceae altas da zona úmida Sudanesa e as savanas de Poaceae baixas da zona árida Subsaariana no Senegal. Barboni et al. (1999) aplicaram esse índice na Etiópia e encontraram o valor de 49% para definir o limite entre a floresta ripariana e as áreas de estepes no *West Side Middle Awash Valley*.

O **Índice Climático (Ic)** foi proposto por Twiss (1987; 1992) para estimar a proporção relativa de Poaceae C₃ nas pradarias norte americanas. É definido a partir da relação entre os morfotipos Pooideae *versus* Pooideae+Cloridoideae+Panicoideae. Altos valores indicam predomínio de Pooideae, portanto Poaceae C₃ e sugerem clima frio. Estudos de Twiss (1992) e de Tieszen et al. (1979) e Livingstone e Clayton (1980) revelaram que a abundância de Pooideae-C₃ caracteriza as altas latitudes e altas altitudes. Fredlund e Tieszen (1994) definiram que valores >70% indicam domínio de Pooideae – C₃, enquanto ≤ 30% indica o limite para distinguir Poaceae C₄ nas pradarias americanas. Na África, Barboni et al.(1999) encontraram valores >30% para floresta ripariana e atribuíram esse valor a presença de *Sporobolus* que também são produtores de morfotipos Pooideae e algumas subfamílias de Cloridoideae, 46% para estepes e 30% para a vegetação de canais de extravasamento dos rios com contribuição de material transportado de áreas adjacentes.

O **Índice de Cobertura Arbórea (D/P)** é empregado para estimar a densidade da cobertura arbórea, desenvolvido por Alexandre et al. (1997b). Consiste na relação d/p onde d = número de fitólitos de dicotiledôneas (*globular*) e p = número de fitólitos de Poaceae (Pooideae, Cloridoideae, Panicoideae, trichomes e bulliforms). Valores elevados significam maior proporção de Dicotiledoneae (arbóreas e arbutivas), indicativo de vegetação mais fechada ao passo que valores mais baixos marcam o predomínio de Poaceae o que indica vegetação mais aberta (campos/pradarias) (ALEXANDRE et al. (1997b). Entretanto, ainda não existe um valor fixo para definir os limites em zonas tropicais, e sim tendências de aumento ou diminuição dos valores de acordo com o tipo de biomas. Alexandre et al. (1997b) encontrou valor 7 para floresta subcaducifólia e <1 para savanas com abundância de Poaceae na zona Intertropical Africana (Senegal, Congo). Barboni, Bremond e Bonnefille (2007) encontraram valores muito baixos (<1) sendo 0,7 para distinguir vegetação ripariana, 0,1 para estepes e 0,2 para vegetação de canais de extravasamento de rios.

5.2.2. Estudo de Casos

5.2.2.1 Latossolo Bruno Ácrico típico húmico – Guarapuava (PR)

Esse perfil apresenta policromia e foi classificado como Latossolo Bruno Ácrico típico húmico (P20), com caráter rubrico em profundidade (EMBRAPA, 2006), isto é, apresenta cor escura (valor e cromo ≤ 4) nos primeiros 90 centímetros, brunada até 140 cm (5YR/4YR 3/3 3/3) e vermelha (2,5 YR 3/6) no horizonte B (140 - 205 cm). É argiloso ($>600\text{g.kg}^{-1}$), ácido (pH entre 4.6 -5.4) e os teores de carbono orgânico (CO) e carbono total (COT) diminuem em profundidade, de 30,2 à 4,7% g.kg^{-1} e 41,4 a 5,7 g.kg^{-1} , respectivamente. A densidade do solo aumenta de 0,76 (0-35 cm) no topo à 1,16 t.m^{-3} a 200cm. Apresenta mineralogia gibbissítica-oxídica com Ki e Kr variando, respectivamente, entre 0,46-0,72 e 0,47-0,55 (Tabela 5.3).

A assembléia de fitólitos (Figura 5.3 e 5.4 e Tabela 5.4) é marcada pelo predomínio de morfotipos de Poaceae (82 \pm 9,8%). Na base da trincheira se constata freqüência significativa do morfotipo *crater shaped* da família das Araucareaceae (12%) (Figura 5.5) e a ocorrência de *spheric-with-sockets*, produzido por espécies da família Pinaceae (BLINNIKOV et al., 2002; DELHON et al., 2003; BREMOND et al., 2004).

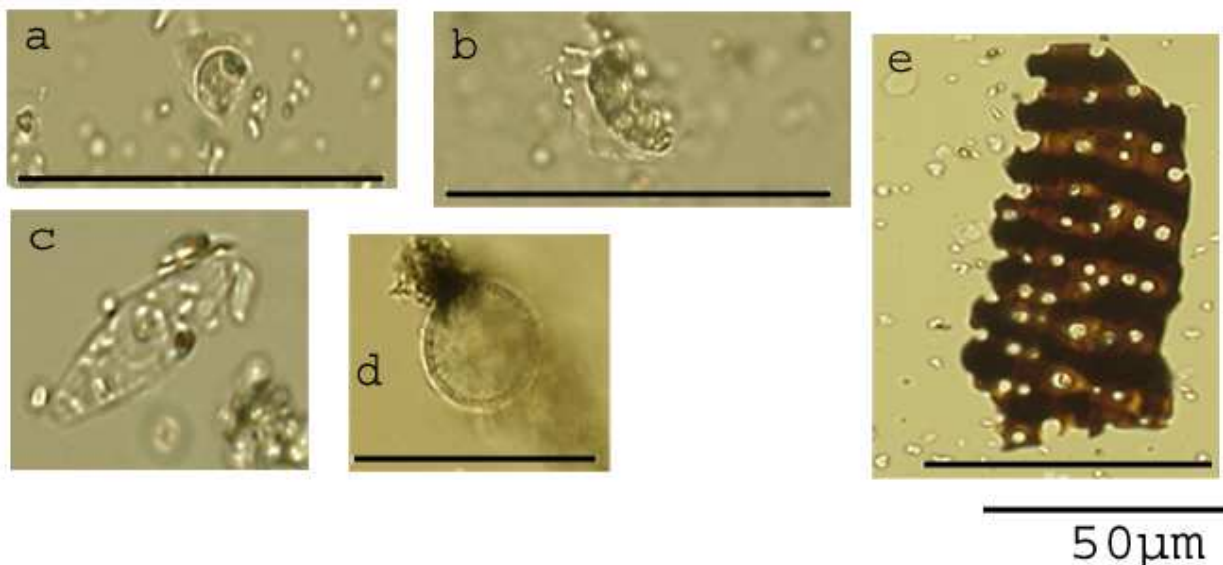


Figura 5.3 - Fotomicrografia de morfotipos de fitólitos de Araucariaceae (a,b); Outros corpos silicosos (c,d) e microfragmento de carvão encontrado no horizonte A húmico. As fotos foram tomadas com aumento de 400x com microscópio óptico. Encontrados no horizonte A húmico- Latossolo Bruno Ácrico húmico (Guarapuava-PR)

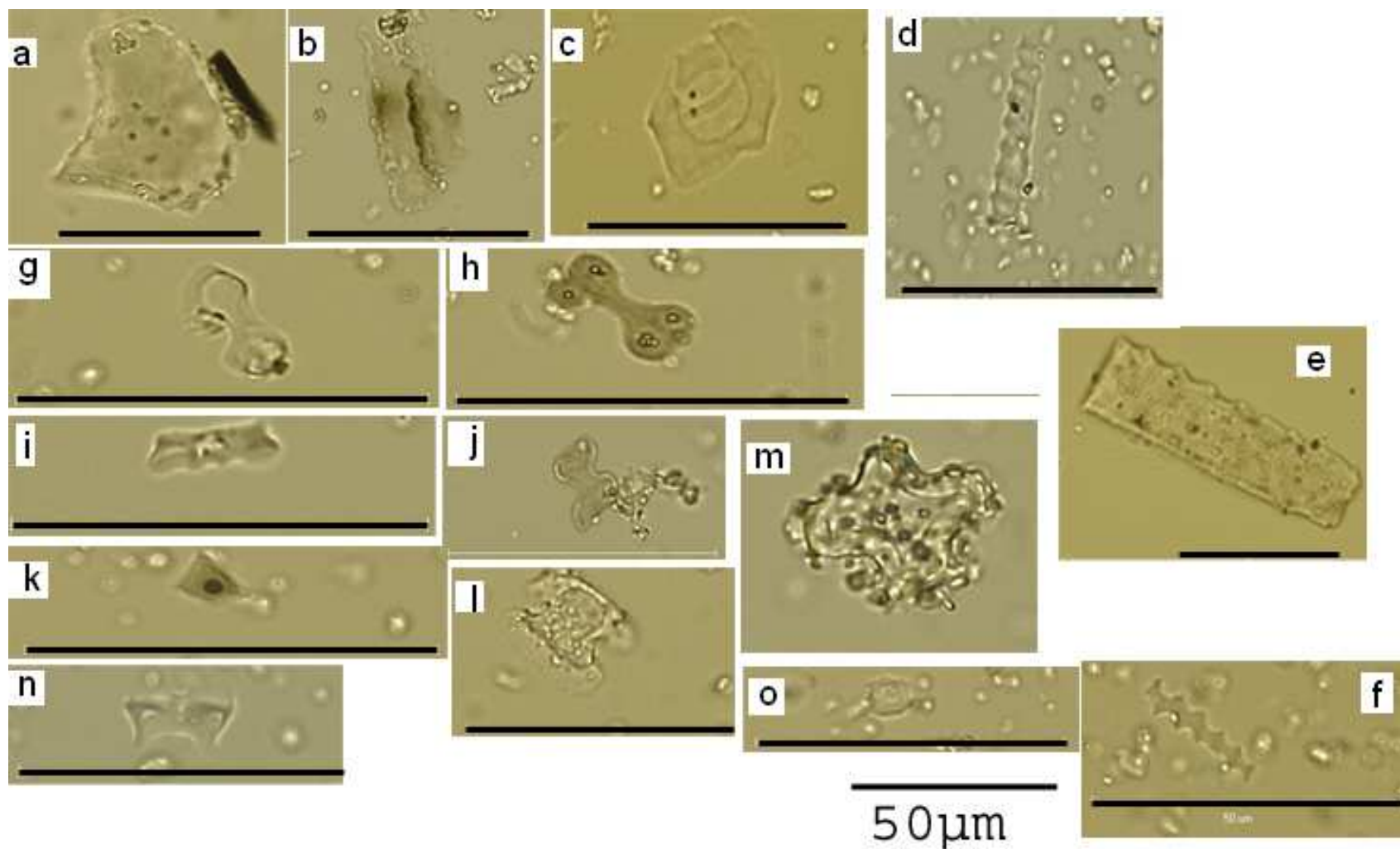


Figura 5.4 - Fotomicrografia de morfotipos de fitólitos de Poaceae encontrados no horizonte A húmico- Latossolo Bruno Ácrico húmico (Guarapuava-PR). As fotos foram tomadas com aumento de 400x com microscópio óptico. a) bulliforme, b) esqueleto de sílica (fitólitos articulados) de epiderme de Poaceae; c) estômato; d) traquéia; e, f) elongate margem espinhosa; g,h,j, l) bilobates; i) trapeziforme base polilobada; k) rondel; m) cross n) bilobate - *Chusquea* cf. Montti et al. (no prelo); o) saddle.

Tabela 5.4 - Abundância de fitólitos na assembléia do solo (em porcentagem do total de fitólitos classificados).

Angiospermas										Gimnospermas		Indeterminado	Tafonomizado*	
Monocotiledoneas					Dicotiledoneae					Pinus	Araucariaceae			
Poaceae					(árvores e arbustos)									
Panicoideae	Pooideae	Chloridoideae	Cylindric	Tabular psilate	Elongate	Bulliform	Hair	Globular	Irregular	Spheric with Sockets	Crater shaped			
F1	20	4	21	0	0	13	20	9	4	2	0	6	1	8
F3	15	8	22	0	0	17	18	15	0	0	0	2	3	4
F5	15	12	29	0	0	19	10	10	1	2	0	0	1	7
F7	22	10	23	2	2	14	7	8	2	3	0	3	2	9
F9	22	12	13	0	1	13	23	11	1	2	0	1	0	10
F11	28	11	17	1	0	23	11	5	0	0	0	1	2	15
F13	21	10	16	1	2	18	14	7	0	2	0	2	6	14
F15	23	10	5	1	1	24	16	7	0	0	2	0	10	20
F17	3	12	4	1	4	14	20	8	2	2	2	12	11	11

* A % de fitólitos tafonomizados não entra na soma dos fitólitos classificados.

Tabela 5.3 - Características e atributos físicos e químicos do perfil de Latossolo Bruno Ácrico húmico (Guarapuava-PR)

Horiz.	Prof. (cm)	Cor Munsell	Argila -----g. kg ⁻¹ -----	CO	COT	Ds t. m ⁻³	pH (H ₂ O) (1:2,5)	Relação	
								Molecular ¹ Ki	Kr
A	0-35	2,5YR 3/1	608,8	30,2	41,4	0,76	4,6		
A2	35 -60	5YR 2,5/3	661,3	16,6	24,9	0,77	4,9		
A3	60-90	5YR 3/3	660,5	13,4	21,1	0,77	4,9	0,62	0,47
AB	90-120	5YR 3/3	647,6	13	17,8	0,83	5,0		
BA	120-140	4YR 3/3	675,2	9,1	12,5	0,89	5,4		
Bw	140-205	2,5YR 3/6	716,0	4,7	5,7	1,16	5,4	0,72	0,55

¹ Ki = $1,7 \times \text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$; Kr = $1,7 \times [\text{Al}_2\text{O}_3 + (\text{Fe}_2\text{O}_3)]$

A análise de Agrupamento Hierárquico (Figura 5.5) e a análise de Componentes Principais – PCA (Figura 5.6) aplicadas aos dados da assembléia de fitólitos indicaram três grupos, isto é, três Zonas Fitolíticas subdivididas ao longo do perfil.

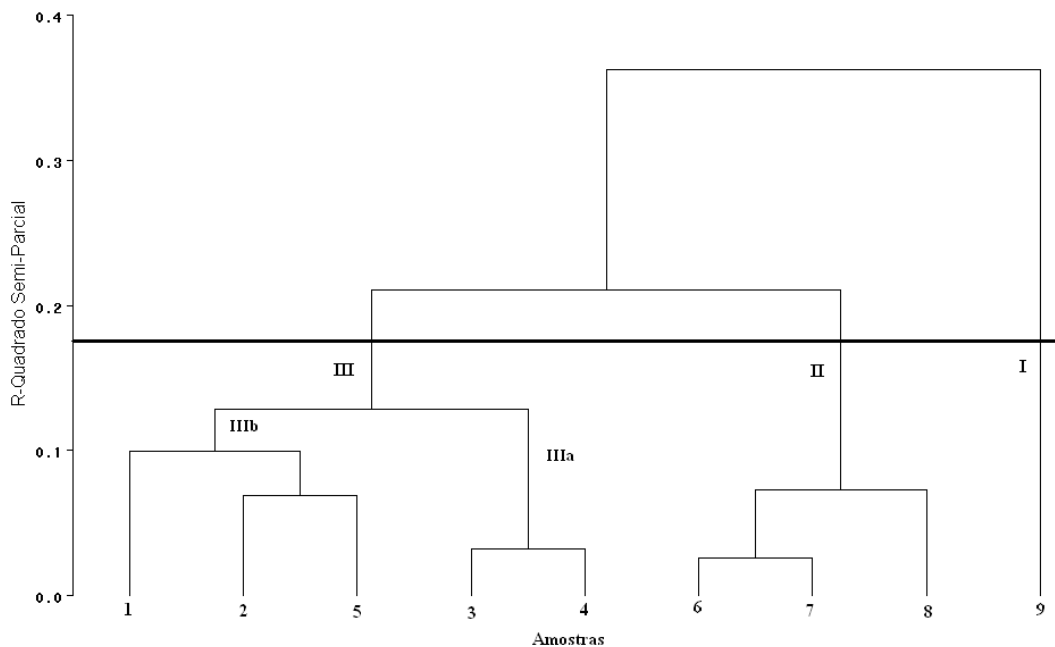


Figure 5.5 - Análise de Agrupamento Hierárquico – Métodos Ward - para a assembléia de fitólitos do perfil de Latossolo Bruno Ácrico húmico de Guarapuava (Paraná, Brasil).

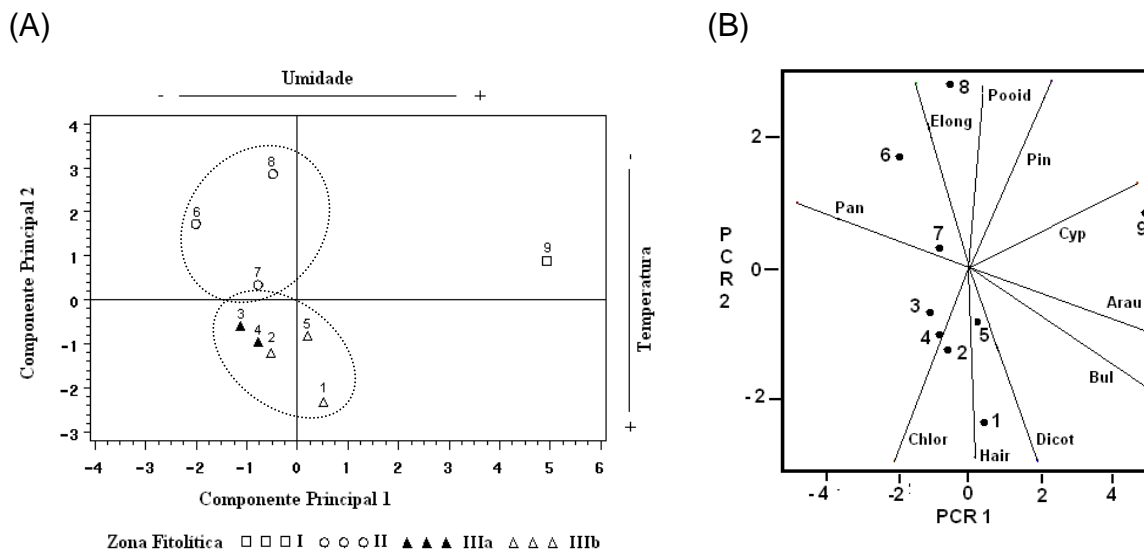


Figura 5.6 - Análise de Componentes Principais da assembléia de fitólitos do perfil de Latossolo Bruno Ácrico húmico de Guarapuava (Paraná, Brasil). (A) Plano de elipses e dispersão de pontos de cada zona fitolítica. Pontos com o código de cada amostra. (B) Círculo de autovetores das variáveis. PCR=Regressão das Componentes Principais.

A PCA-Eixo 1 (Umidade) é responsável por 39,63% da variância total entre as amostras e as PCA-Eixo 2 e PCA-Eixo 3, que representam a variação de temperatura, correspondem a 26,04% e 13,33%, respectivamente da variância ao longo do perfil. A PCA-Eixo 1 é definida pelas variáveis Araucária, Cipereaceae e Pinus (quadrante positivo) e pelas variáveis Cloridoideae, Panicoideae (campo negativo). As PCA – Eixo 2 e PCA-Eixo 3 são influenciadas, no quadrante positivo, pelos morfotipos Pooideae (plantas C₃), Pinus (?) e Bulliformes e no quadrante negativo pelos morfotipo de Poaceae C₄ das subfamílias Chloroideae, os *crater shaped* (Araucariaceae) e de Dicotiledoneae.

As Zonas Fitolíticas, definidas da base para o topo do perfil, ficam assim caracterizadas (Figura 5.7):

- **Zona I (antes de 6.730±40 anos AP¹²):** corresponde ao horizonte Bw (200- 140 cm) marcado pela cor vermelha 2,5 YR 4/6 e baixos teores de CO e COT 4,7 e 5,7 g.kg⁻¹, respectivamente e pH maior que 5.

¹² Idade da humina extraída em um perfil de Latossolo Bruno com horizonte A húmico no município de Xanxerê, Oeste de Santa Catarina (Perfil 16) – Vide Capítulo 3.

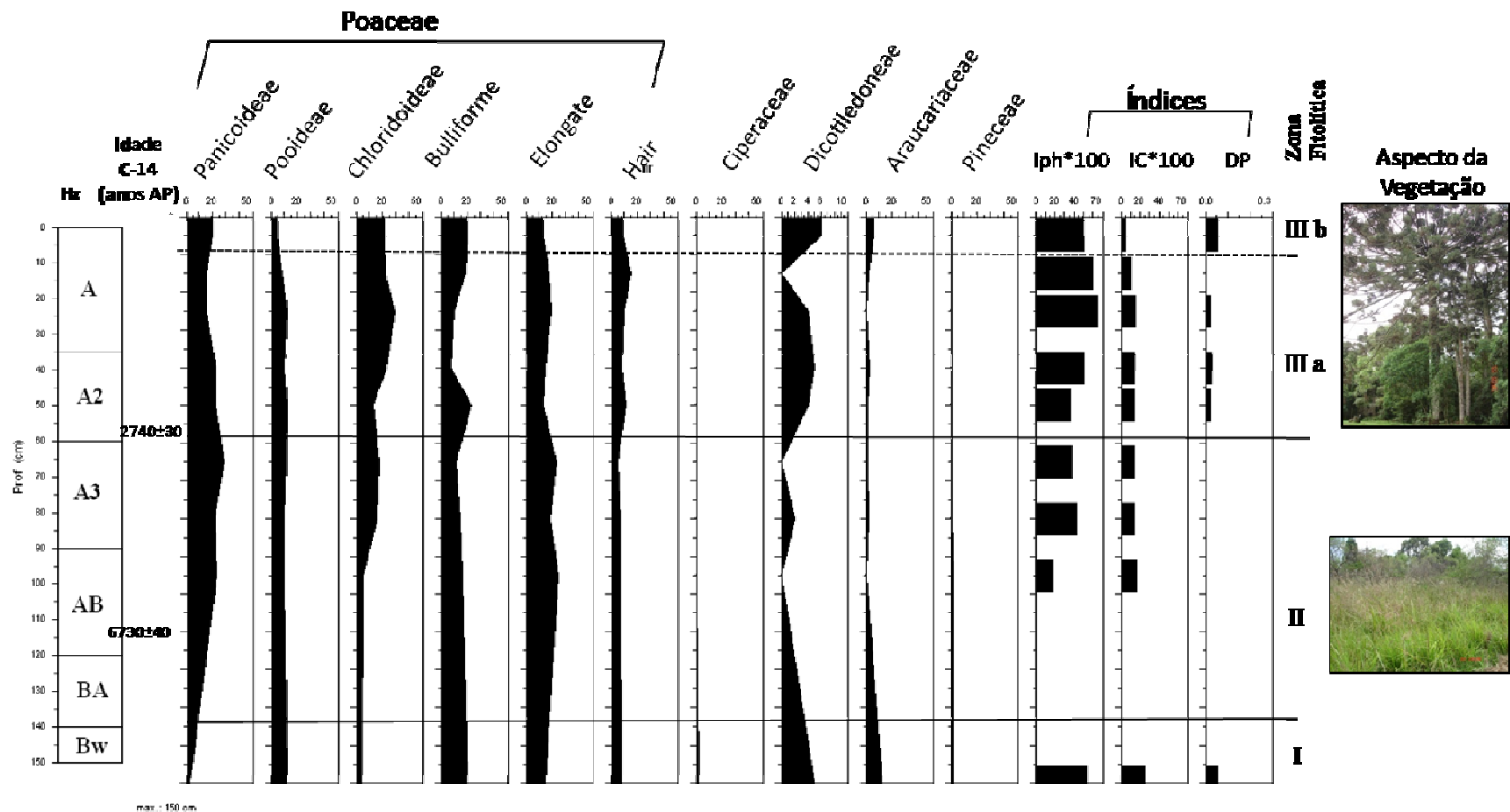


Figura 5.7 - Distribuição da Assembléia de fitólitos (Latosolo Bruno Ácrico húmico – Guarapuava-PR). Índices Fitólíticos: D/P = Relação dicotiledôneas (*globular*) por Poaceae (*Pooideae*, *Cloridoideae*, *Panicoideae*, *trichomes* e *bulliforms*) (Alexandre et al., 1997b); Iph (%) = Índice de Aridez (DIESTER-HAAS; SCHRADER; THIEDE., 1973); b) Ic(%) = Índice Climático (Twiss, 1987).

Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ se mantêm em torno de -21‰ . Todos os índices fitolíticos apresentam redução nos valores, indicando uma diminuição da densidade arbóreas, sobretudo os valores de D/P que variam de 0,43 a 0,59 (Figura 5.7).

- **Zona II (6.730±40 anos AP - 2740±30 anos AP):** abrange os horizontes de transição BA (140-120 cm), AB (120-90) e A3 (90-60 cm) variando de bruno – avermelhado a bruno-avermelhado escuro (4 YR 3/4 a 5YR 3/3) (Tabela 4.3). A cor mais escura reflete os teores de CO e COT que aumentam significativamente de baixo para cima (de $9,1\text{g.kg}^{-1}$ a $13,4\text{g.kg}^{-1}$ e $12,5\text{g.kg}^{-1}$ a $21,1\text{g.kg}^{-1}$, respectivamente). A assembléia de fitólitos apresentou escassez de morfotipos *crater shaped* (Araucariaceae) e o aumento de morfotipos indicadores de Panicoideae ($24\pm 3,3\%$) e Cloridoideae ($13\pm 6,7\%$). A soma dos típicos morfotipos de Poaceae representa $89\%(\pm 5,3)$ dos classificados. Os valores para o lph variam de 17 a 42%, o IC de 17% à 15% da base para o topo e o índice D/P, assinalando um período mais quente e mais seco do que aquele da Zona I. Constatam-se fitólitos amarelados (6,2%) e microfragmentos de carvão ($<20\mu\text{m}$), sugerindo a possível ocorrência de paleoincêndios. A MOS dessa zona apresentou enriquecimento isotópico $\delta^{13}\text{C}$ de $-3,4\text{‰}$ em relação a Zona I. Os valores isotópicos $\delta^{13}\text{C}$ (Figura 5.8) variam de $-16,91\text{‰}$ no BA a $-18,04\text{‰}$ no A3 (Apêndice E), indicando variação para uma vegetação ainda aberta mas com aumento progressivo de plantas C_3 , possivelmente em decorrência de um aumento da umidade no contexto regional, mais evidente no topo desta zona (Holoceno Médio-Superior).

- **Zona IIIa (60 -10 cm):** A cor do solo torna-se aí progressivamente, mais escura, refletindo o aumento da MOS em superfície. Há aumento na ordem de 10% para os fitólitos de Poaceae (68%), sobretudo do morfotipo bulliforme (13%). Os morfotipos de Dicotiledoneae e de Palmeira diminuem para 16% e 13%, respectivamente. Não foram constatadas variações no sinal isotópico. A quantidade de *bilobates* quebrados é elevada. Os índices seguem a mesma tendência de abertura da vegetação (Figura 5.7).

- **Zona IIIb (10- 0 cm - Presente):** Essa zona se caracteriza pelo empobrecimento isotópico de $\delta^{13}\text{C}$ de $-23,12\text{‰}$ para $-25,02\text{‰}$ (Apêndice E). A assembléia fitolítica apresenta 59% de Poaceae (20% de Panicoideae), 14,2% de Dicotiledoneae e 16,6% de Palmeiras. Destaca-se a significativa freqüência de fitólitos de Dicotiledoneae (5%) e

de Araucariaceae (12%), e a presença de morfotipos *spherical-with-sockets*, identificados por Blinnikov et al. (2002) e Delhon et al. (2003) como fitólitos produzidos por plantas da família Pinaceae.

Também ai ocorrem morfotipos produzidos por espécies da família das Ciperaceae (2%). Os valores para os índices Iph, IC e D/P são 53%, 25% e 0.05, respectivamente (Figura 5.7). O valor $\delta^{13}\text{C}$ $-20,37\text{‰}$ obtido entre 140-150 cm marca um sinal isotópico que indica vegetação mista com elementos arbóreos, arbustivos e Poaceae, isto é, uma contribuição de plantas C_3 maior do que a constatada na Zona II (Holoceno Médio). Esses resultados permitem inferir que neste período predominava uma floresta aberta com Araucária e espécies de floresta atlântica que teria se instalado após o período mais seco do Pleistoceno. Essa vegetação teria se desenvolvido sob condições de temperatura mais baixa, semelhante a a atual, sem longos períodos de seca.

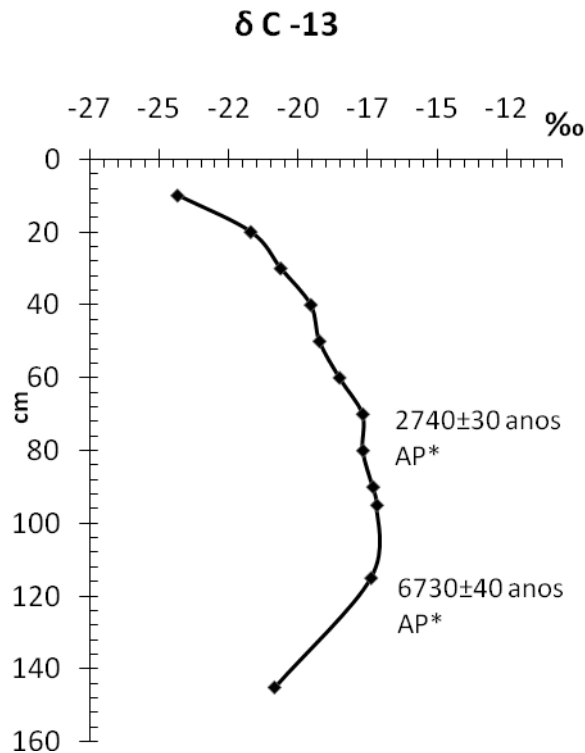


Figura 5.8 - Variação vertical dos valores $\delta^{13}\text{C}$ Latossolo Bruno Ácrico húmico- Guarapuava (PR).

*Idade da fração Humina extraída do Perfil Latossolo Bruno húmico (Xanxerê - SC)

Discussão

A análise dos resultados isotópicos e fitolíticos sugere a ocorrência de mudança da vegetação associada a variações climáticas do Holoceno. A assembléia fitolítica e os valores $\delta^{13}\text{C}$ encontradas no horizonte B caracterizam uma vegetação com maior predomínio de plantas C_3 (Dicotiledoneae arbóreas e arbustivas, Araucariaceae e Pinus(?), associada a um clima mais quente no Holoceno Inferior (Zona I). Segundo Behling (2002) nesse período a vegetação da região era composta de campos com ocorrência de capões de floresta de Araucária, provavelmente nos fundos de vales e vales protegidos (De OLIVEIRA et al., 2005). Os valores dos índices fitolíticos, ainda que inferiores aqueles apresentados nas regiões tropicais (ALEXANDRE et al., 1997b, BARBONI et al., 1999) e temperadas (DIESTER-HAAS; SCHRADER; THIEDE, 1973; FREDLUND; TIENSZEN, 1994), também sugerem uma vegetação com mistura de plantas C_3 e C_4 , com elementos arbóreos adaptados a condições mais úmidas como as Araucariaceae.

No Holoceno médio (Zona II), a vegetação apresentava maior contribuição de plantas C_4 (Poaceae), caracterizando uma abertura da vegetação, associada a um clima mais seco que o período anterior. Essa tendência foi corroborada pela significativa redução de fitólitos de Dicotiledoneae e de Araucariaceae. O estudo isotópico em um perfil de solo em Londrina-PR (~450 km à NW de Guarapuava) reconheceu um clima mais seco no período entre 11.000 e 8.000 anos AP (Pessenda et al., 2004; 2006). Melo et al. (2003) chegaram à mesma conclusão estudando a composição isotópica da MOS de sedimentos do fundo da Lagoa Dourada, em Ponta Grossa, a leste de Guarapuava.

Os índices D/P, Iph e IC e os dados isotópicos também marcam a tendência de abertura da vegetação (130-90 cm). A diminuição de fitólitos de Pooideae e de Araucariaceae na base da Zona II concordam com trabalhos que assinalam vegetação de campo, devido a uma ligeira redução de umidade no início do Holoceno Médio, haja vista que as plantas dessas famílias não toleram secas prolongadas (TIENSZEN et al., 1979; TWISS, 1992; BEHLING, 1999).

A vegetação da Zona II, quando da formação da MOS, composta predominantemente por Poaceae C_4 , (subfamílias Panicoideae e Cloridoideae),

apresentava baixa freqüência de elementos arbustivos e/ou arbóreos, xeromorfos ou não, dispersos ou em grupos, semelhante às condições relatadas por Behling (1997) e Pessenda et al. (2006) para outras áreas da região Sul do Brasil. De baixo para cima, a partir de 90 cm de profundidade os fitólitos indicativos de sinais de plantas arbóreas e Poaceae C₃/C₄ (Chloridoideae) aumentam progressivamente. Isto sugere um aumento de umidade, reduzindo as áreas de campo que, segundo Behling (1997) e Pessenda et al. (1996; 2004) dominaram o Brasil meridional no Holoceno inferior e médio. A ausência e/ou baixa freqüência de fragmentos de carvão indicam menor freqüência de incêndios ao longo do Holoceno. Os fitólitos amarelados e os microcarvões encontrados podem ser indicativo de incêndios, que devido a composição da vegetação com predomínios de Poaceae no Holoceno médio, não teria produzido muito carvão.

O empobrecimento isotópico nos 50 cm mais superficiais (Zona III), predomínio de plantas C₃, marcando a expansão da uma vegetação florestal mais fechada que evolui até o período atual, para uma Floresta Subtropical mista com Araucária. Essa vegetação teria se desenvolvido a partir do Holoceno Inferior (~2000 anos), associada a um clima mais úmido e, por vezes, mais frio, semelhante ao atual (BEHLING, 2002; PESSENDA et al., 2004; De OLIVEIRA, 2005)

A cor mais escura e os maiores teores de CO e COT dos horizontes A e A2 podem ser reflexo do fato da floresta atual estar incorporando mais biomassa que, associada à umidade e às temperaturas amenas, favorecem a manutenção da matéria orgânica no solo. Nessas zonas são registrados também alguns esqueletos de diatomáceas (não classificadas), corroborando a hipótese de aumento de umidade.

Assim, considera-se que:

- as diferentes cores da matriz dos horizontes B e A do solo coincidem com as mudanças de vegetação o que permite pressupor alterações de umidade e por vezes de temperatura ao longo do Holoceno;

- a matéria orgânica do horizonte húmico teria se derivado de uma vegetação de campo (subtropical) a partir do Holoceno médio, associada a um clima mais seco, que transicionou, no Holoceno superior, para vegetação mais fechada, florestada associada o clima mais úmido e frio, semelhante ao atual, em concordância com as evidências reportadas na literatura reveladas por essa pesquisa.

5.2.2.2 Latossolo Vermelho Distrófico húmico – Cerrado *Sensu Stricto* (Salinas - Norte de Minas Gerais)

O perfil de Salinas (P30), localizado no Planalto Setentrional da Serra do Espinhaço (SAADI, 1995), está situado em um remanescente da superfície Sul-Americana (KING, 1956) com clima considerado como de transição parao semi-árido e apresenta vegetação de Cerrado *Sensu Stricto* (Tabela 5.1), numa faixa ao Norte. É muito argiloso (>580 g.kg⁻¹) e ácido (pH entre 4.5 -5.1) conforme Tabela 5.5.

Tabela 5.5 - Características e atributos dos perfis de Latossolo Vermelho Distrófico húmico (Norte de Minas)

Horiz.	Prof. Cm	Cor Münsell	Argila -----g. kg ⁻¹ -----	CO	COT	Ds t. m ⁻³	pH (H2O) (1:2,5)	Relação Molecular	
								Ki	Kr
A	0-30	5YR 3/3	579,7	26,5	32,6	0,76	5,0	nd	nd
A2	30-60	5YR 3/2	631,4	20,0	24,7	0,79	4,5	nd	nd
A3	60-75	5YR 3/3	632,1	16,0	23,4	0,81	4,7	1,36	1,17
A4	75-100	5YR 3/4	657,4	14,5	19,3	0,86	4,8	nd	nd
AB	100-130	5YR 4/4	659,3	14,2	15,5	0,90	5,0	nd	nd
BA	130-160	2,5YR 4/4	659,3	11,8	9,1	0,95	5,1	nd	nd
Bw	160-210+	2,5YR 4/6	685,2	8,6	8,5	0,92	5,0	1,54	1,30

nd: não determinado

A densidade do solo aumenta de 0,76 (0-35 cm) à 0,92 t.m⁻³ (200cm). No horizonte húmico os valores de CO e COT variam de 26,5 a 14,2 g.kg⁻¹ e 32,6 a 15,5 g.kg⁻¹, respectivamente os quais correlacionam positivamente com a quantidade de fragmentos de carvão ai existentes (Tabela 5.5). Apresenta mineralogia caulínica com Ki e Kr variando, respectivamente, entre 1,36-1,54 e 1,17- 1,30, correspondente uma mistura de caulinita e óxidos de Al (Gibbsita) e de Fe (Hematita e Goethita). Este perfil apresentou valor $\delta^{13}\text{C}$ da MOS de -25,02‰ no horizonte Ap (0-10 cm), típico da vegetação atual, um Cerrado *Sensu Stricto*. O sinal isotópico se mantém entre -21, 04‰ (210-200 cm) e -21,90‰ (40-30 cm), característico de mistura de planas C₃ e C₄ (PESSENDA et al.,1996b, 1998a), com predomínio de plantas C₃ (GOUVEIA et al., 2002) a partir de ~ 6440 anos AP, provavelmente em decorrência de um clima mais seco que o atual (Figura 5.9). Na parte superior do perfil (30-0cm), os valores $\delta^{13}\text{C}$ são mais empobrecidos (-24,0‰), sugerindo o estabelecimento progressivo de uma

formação florestada, associada a um clima mais úmido, semelhante ao atual (Apêndice F). A linhas de carvão encontradas em 75-65 cm e 210-200 cm indica a ocorrência de incêndios (GOUVEIA et al., 1999, 2002; GOUVEIA 2001; PESSENDA et al.,2004) que teriam ocorridos, presumivelmente, em torno de ~ 2.320 anos AP e ~ 6.400 anos AP, respectivamente.

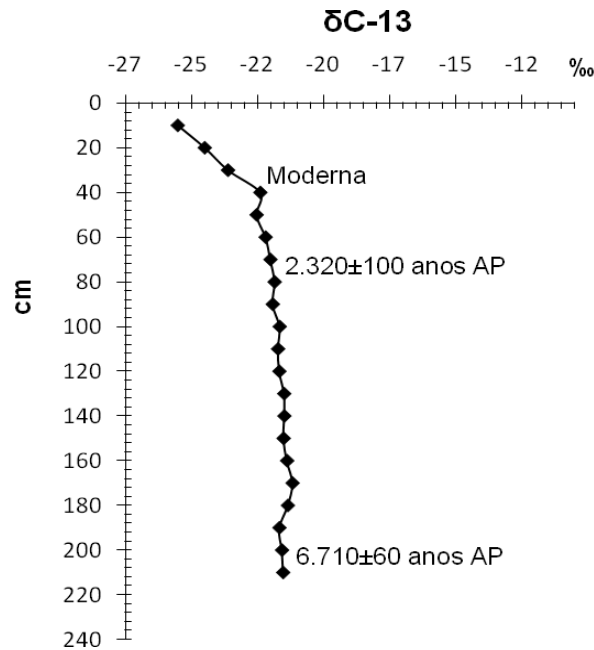


Figura 5.9 - Variação vertical dos valores $\delta^{13}\text{C}$ Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico – Salinas (MG)

Os morfotipos mais representativos (Figuras 5.10) da assembléia de fitólitos (Tabela 5.6), também indica que este solo se desenvolveu sob vegetação com mistura de plantas C_3 e C_4 desde o Holoceno Inferior.

Em média 58% dos morfotipos de fitólitos são classificados como de Poaceae, 22% de Dicotyledoneae e 20% de Arecaceae. Morfotipos de Ciperaceae e Pinaceae também são encontrados em pequena quantidade. Destaca-se neste solo a elevada quantidade de fitólitos bilobates quebrados ao meio¹³ (Figura 5.10) indicando que o material foi muito retrabalhado provavelmente por processos de erosão e deposição e e/ou por intensa atividade biológica atuando na translocação de material dentro do perfil (remonte biológico). A frequência de morfotipos com cores amareladas e microfragmentos de carvão podem ser indicativo de paleoincêndios (Figura 5.11).

¹³ Os morfotipos quebrados foram quantificados como 1/2 fitólito na soma dos fitólitos identificados

Tabela 5.6 - Abundância de diferentes morfotipos de fitólitos na assembléia do solo (em porcentagem do total de fitólitos classificados).

	Angiospermas													Gimnospermas	Indeterminado	Tafonomizado*
	Monocotiledoneas								Dicotiledoneas (árvores e arbustos)							
	Poaceae							Ciperaceae	Palmaceae				Pinus(?)			
	Panicooideae	Pooideae	Chloroideae	Cylindric	Tabular psilate	Elongate	Bulliform	Hair	Ciperaceae	Globular echinate	Globular	Papillae	Irreg.	Spheric- with- sockets		
F1	20	6	9	2	4	7	11	8	1	3	14	1	8	2	3	9
F3	19	7	10	0	6	5	6	7	10	17	4	0	1	0	9	9
F5	21	7	12	2	3	11	6	7	5	16	4	0	1	0	3	7
F7	18	4	7	2	4	18	13	8	8	10	3	1	0	0	3	8
F9	16	7	5	3	3	19	16	3	3	12	4	0	0	0	10	17
F11	26	9	6	0	0	18	9	5	2	11	2	0	2	0	10	9
F13	17	5	7	2	1	21	15	1	1	18	2	0	3	0	8	14
F15	21	2	8	0	0	20	8	5	1	20	3	0	5	0	5	19
F19	22	3	4	1	0	14	10	4	0	26	6	0	0	0	11	15
F21	10	3	6	0	1	18	9	7	3	24	4	0	3	0	12	23
F23	16	5	7	0	1	12	5	1	3	33	5	0	0	0	10	24
F27	12	1	10	1	0	15	7	1	2	36	6	0	3	0	6	14
F30	10	0	3	0	0	13	8	2	2	40	9	0	2	0	9	15

* A % de fitólitos tafonomizados não entra na soma dos fitólitos classificados.

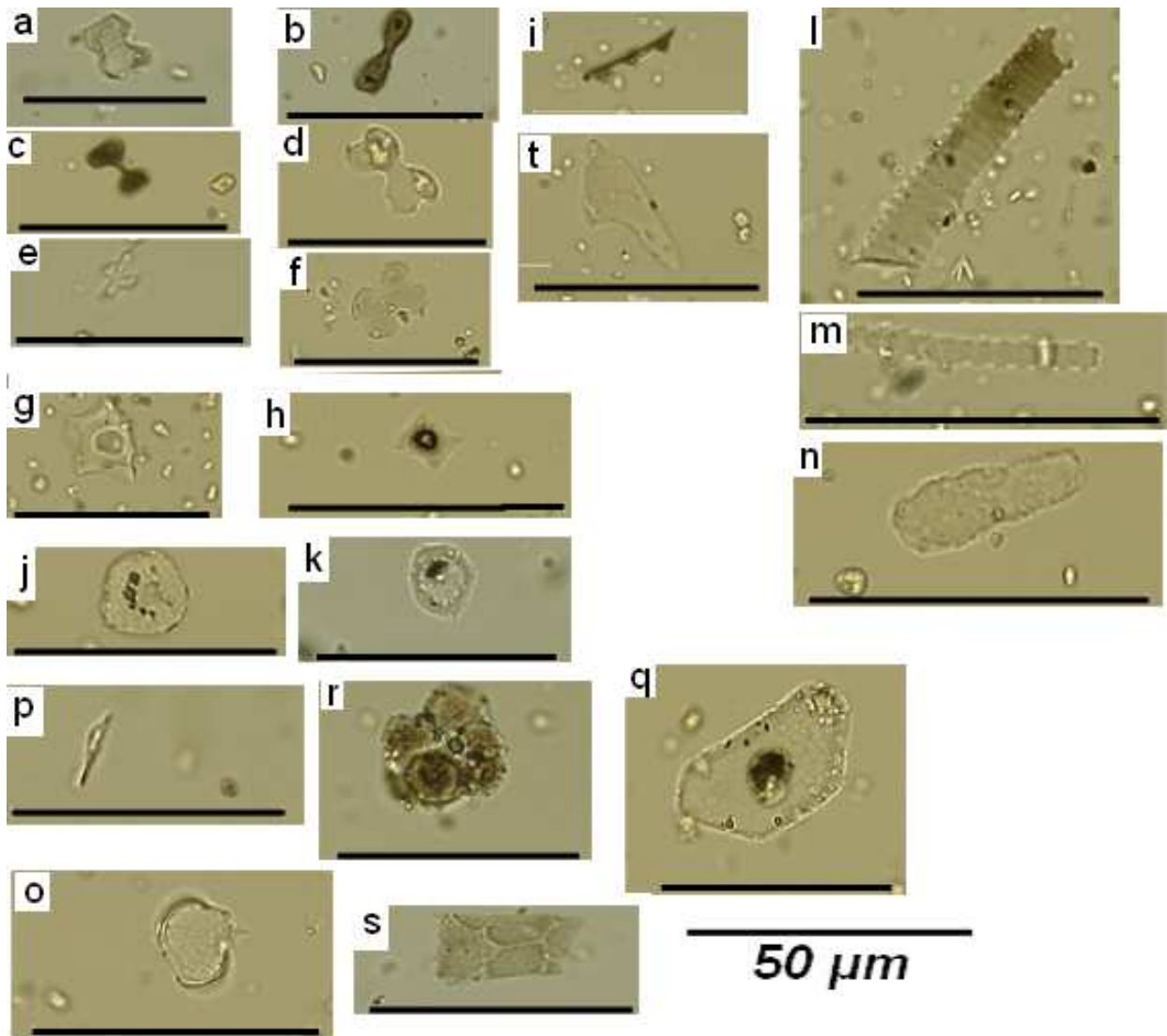


Figura 5.10 - Fotomicrografias de morfotipos de fitólitos de Poaceae, Ciperaceae e articulados de sílica encontrados no horizonte A húmico – Perfil Salinas (MG). As fotos foram tomadas com aumento de 400x com microscópio óptico. a-d) bilobates; e-f) cross; g-h) rondel; t) trichome; l) tracheit; m) elongat; p) palpilae; n) buliforme; i,j,k,q) morfotipos de Ciperaceae ; r,s) articulados de dicotiledoneae; o) bilobates quebrados ao meio.

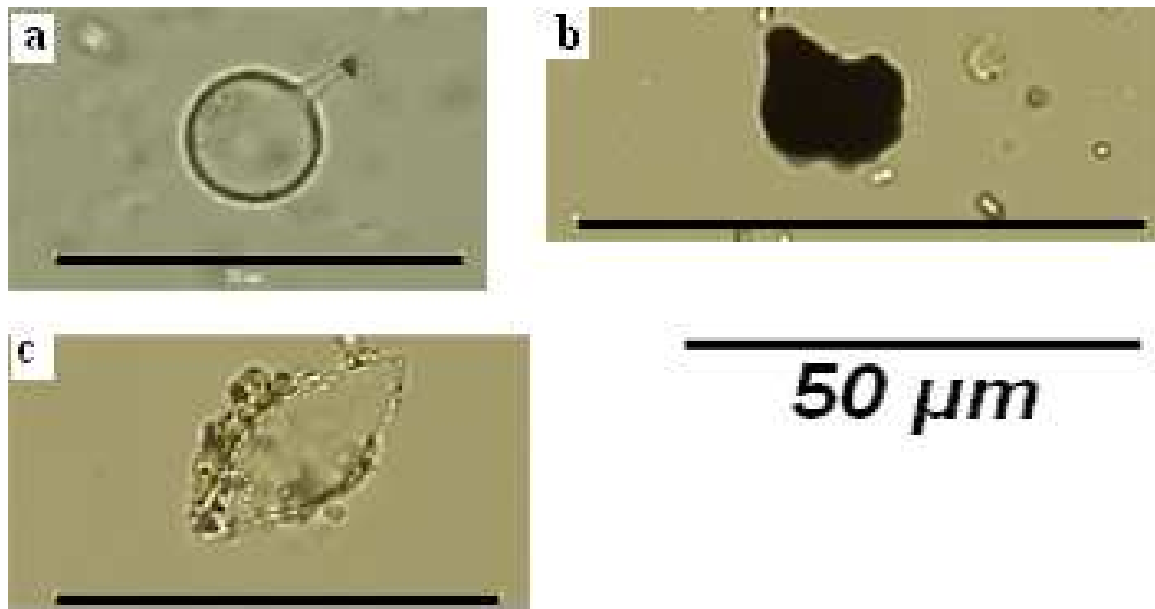


Figura 4.11 - Fotomicrografia de corpos silicosos: a) cystólito (produzido por animais); b) microfragmento de carvão; c) diatomácea (não classificada) encontrados no horizonte A húmico – Perfil Salinas (MG). As fotos foram tomadas com aumento de 400x com microscópio óptico.

A quantidade de fitólitos tafonomizados aumentam em profundidade, similarmente aos encontrados na África e no Brasil (Salitre, Minas Gerais) por Alexandre et al. (1997a,b), Barboni et al.(1999) e Barboni, Bremond e Bonnefille (2007).

A análise de agrupamento definiu três grandes grupos (Figura 5.12). A PCA explica estes agrupamentos por meio das quatro primeiras componentes (Figura 5.13). A PCA-Eixo 1 (39% da variância) é definida pela variáveis Pooideae, Panicoideae, Chloridoideae e Ciperaceae (campo positivo) e Dicotiledônea (árvores e arbustos) e Palmeira (campo negativo), e distingue condições de umidade.

A PCA-Eixo 2 (22,73% da variância) pode ser explicada pelas variáveis Cloridoideae e Ciperaceae (campo positivo) e elongate, bulliforme, Pooideae e Panicoideae (campo negativo) (Figura 5.13). Distingue as condições métricas das xéricas. A PCA-Eixo 3 (14,76% da variância) é definida pela variáveis Pinus, Dicotiledoneae e *bulliforme* (campo positivo) e Ciperaceae, Palmeira e Chloridoideae (campo negativo).

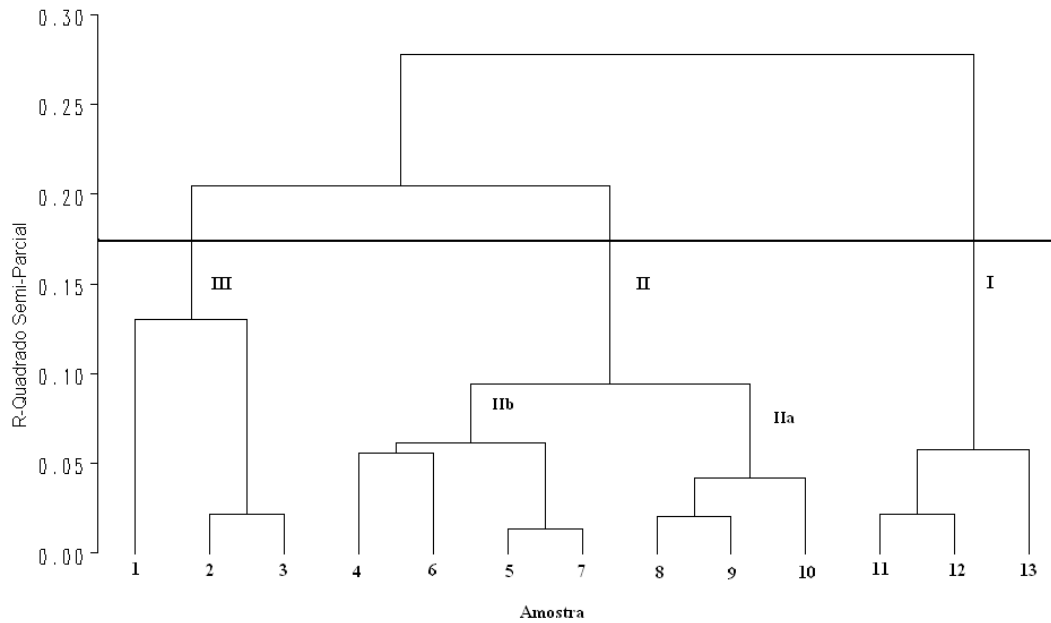


Figura 5.12 - Análise de Agrupamento Hierárquico - Método Ward para assembléia de fitólitos do perfil de Latossolo Vermelho Distrófico húmico (Salinas, MG).

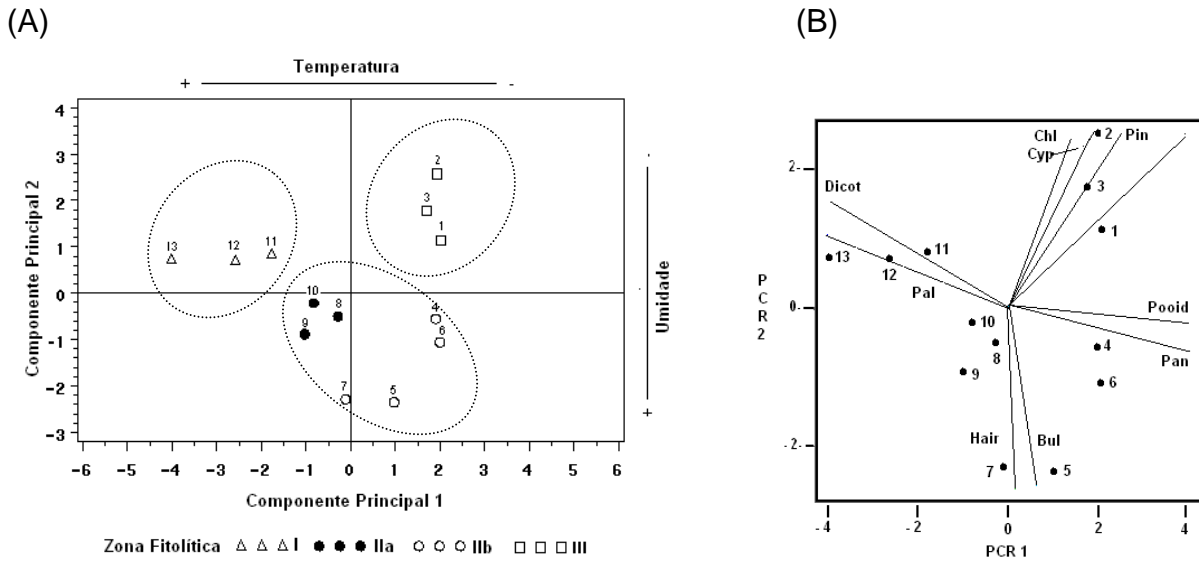


Figura 4.13 - Análise de componentes principais da assembléia de fitólitos do perfil de Latossolo Vermelho Distrófico húmico (A) Plano de elipses e dispersão de pontos de cada zona fitolítica. Pontos como códigos de cada amostra. (B) Gráfico de autovetores das variáveis. PCR: Regressão das Componente Principais

A PCA-Eixo 4 (9% da variância) é definida pelas variáveis Panicoideae, Poideae, Chloridoideae e Palmeira (campo positivo) e hair, Ciperaceae e bulliforme (campo negativo), indicando a resposta ao estresse hídrico. Com base no modelo composto

pela PCA-Eixo 1 e PCA-Eixo 2, que explicam mais de 60% da variância, definiu-se, da base para o topo do perfil, as seguintes Zonas Fitólíticas (Figura 5.14):

- **Zona I** (~6.440 anos AP- ~2.320 anos AP) engloba os horizontes Bw e BA (210-110 cm-). A textura é argilosa, a cor vermelha, estrutura em típicos microagregados. O Ki (1,54) e Kr (1,30) definem uma mineralogia caulínica com óxidos (Tabela 5.5).. A assembléia de fitólitos apresentou o predomínio de Dicotiledoneae (arbórea e arbustiva) (39%) e Palmeira (36%). A soma dos indicativos de Poaceae representa 41% da assembléia, sendo 13% de Panicoideae (C₄), 6% de Chloroideae (C₄/C₃) e 7% do morfotipo bulliforme (Tabela 5.6). Os valores $\delta^{13}\text{C}$ variaram de -21,04‰ (na base) à -21,23‰ (no topo) sendo característicos de mistura de plantas C₃ e C₄ (PESSENDA et al. 1996b, 1998a), com predomínio de plantas C₃ (Figura 5.9). Os teores de CO e COT decrescem em profundidade (Tabela 5.5).

Nesta zona os fragmentos de carvão são abundantes e ao redor de 210 cm foi encontrada uma linha de carvão. Estes carvões têm idade de 6.440± 60 anos AP. Os índices I_{ph}, I_c e D/P (Figura 5.14) variaram entre 22-43%, 3-16% e 1,85- 1,0, respectivamente, sugerindo uma vegetação aberta com árvores e arbustos. Esses valores são semelhante aqueles encontrados por Alexandre et al. (1999) em Salitre (Minas Gerais) e Alexandre et al. (1997b) e Barboni, Bremond e Bonnefille (2007) para as savanas altas da África tropical.

- **Zona II** (a partir de ~2.320 anos AP) - agrupa os horizontes AB, A4 e A3. Apresenta cor mais bruna (5YR) em comparação a zona subjacente, com valor e croma menor ou igual 4 (Tabela 5.5).

A distribuição dos fitólitos permitiu subdividir esta zona em (Figura 5.14):

- **Zona Ila (110-70 cm)**: a soma dos fitólitos classificados apresentou predomínio de Poaceae (57%) sendo 18% de Panicoideae e 6% do morfotipo bulliforme. Os fitólitos de Dicotiledôneas somam 25,5% e de Palmeiras 23,6%. Os valores $\delta^{13}\text{C}$ apresentados mantêm-se em torno de -21‰ (Apêndice F). A idade obtida pela datação ¹⁴C dos carvões foi de 2.320±100 anos AP. Todos os índices apresentaram valores mais baixos do que os da Zona I, sobretudo o índice D/P que apresentou valores entre 0,43 e 0,59 (Figura 5.14), marcando pequena abertura na cobertura vegetal.

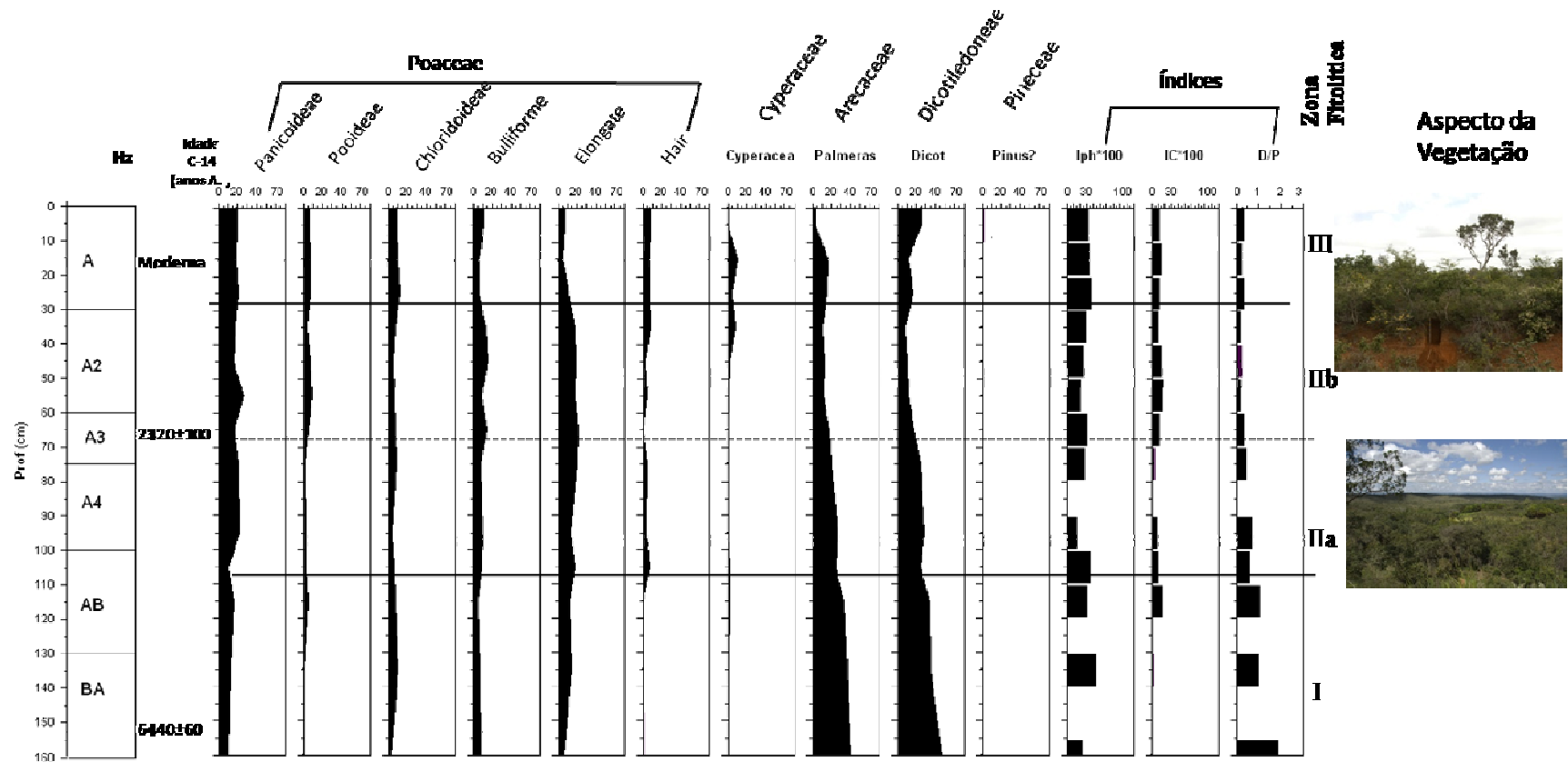


Figura 5.14 - Distribuição da Assembléia de fitólitos - Latossolo Vermelho Distrófico húmico (Salinas - Minas Gerais). Índices Fitolíticos: D/P = Relação dicotiledôneas (*globular*) por Poaceae (*Pooideae*, *Chloridoideae*, *Panicoideae*, *trichomes* e *bulliforms*) (Alexandre et al., 1997b); Iph (%) = Índice de Aridez (DIESTER-HAAS; SCHRADER; THIEDE, 1973); b) Ic(%) = Índice Climático (Twiss, 1987).

- **Zona IIb (70 -30 cm):** apresentou em torno de 10% de aumento nos fitólitos de Poaceae (68%), sobretudo do morfotipo bulliforme (13%) (Tabela 5.6). A proporção de morfotipos de Dicotiledoneae e de Palmeiras diminuiu para 16% e 13%, respectivamente. Não foram constatadas variações no sinal isotópico. A quantidade de bilobates quebrados é elevada. A cor do solo torna-se, progressivamente, mais escura acompanhando o aumento de CO e COT. Os valores dos índices não apresentaram variação e seguem a mesma tendência de abertura da vegetação (Figura 5.14).

- **Zona III (Moderna)** corresponde a parte a porção mais superficial (30-0 cm). O valor $\delta^{13}\text{C}$ da MOS de -25,02‰ no horizonte Ap (0-10 cm), é característico da vegetação de cobertura atual, um Cerrado *Sensu Stricto*, composta por arbustos e árvores de pequeno porte, típicas do Cerrado. Essa zona se caracteriza pelo empobrecimento isotópico de $\delta^{13}\text{C}$ de -23,12‰ a -25,02‰ (Apêndice F). A assembléia fitolítica apresenta 59% de Poaceae (20% de Panicoideae), 14,2% de Dicotiledônea e 16,6% de Palmeiras, e ligeiro aumento na proporção de Ciperaceae e um fraco sinal de Pinus (2%) a 5 cm de profundidade, provavelmente de algum reflorestamento próximo (Tabela 5.6). Assim como os valores de $\delta^{13}\text{C}$ os índices fitolíticos também assinalam uma vegetação com predomínio de elementos C_3 , mais fechada. O $\text{Iph} > 30$ indica contribuição de elementos arbóreos e, sobretudo o aumento de Poaceae altas C_4 (Panicoideae) adaptadas a condições quentes sem grandes restrições hídricas (Figura 5.14). A análise desses dados sugere o estabelecimento progressivo de uma formação florestada, associada a um clima mais úmido, semelhante ao atual.

Discussão

A análise da assembléia de fitólitos e dos valores $\delta^{13}\text{C}$ desse solos sugere mudança de vegetação e das condições de umidade na área de Salinas, ao longo do Holoceno.

A maior parte do perfil (Zonas I e II), apresentou valores isotópicos e uma assembléia fitolítica característica de mistura de plantas C_3 e C_4 , com maior contribuição de plantas C_3 , que caracterizam uma a vegetação mais aberta do que a atual quando da formação da MOS encontrada nessa zona.

Os valores de D/P, Ic e Iph corroboram aqueles encontrados em regiões tropicais Africanas e no Brasil indicativos de uma vegetação aberta com árvores e arbustos no Holoceno médio (ALEXANDRE et al., 1997b; BARBONI et al., 1999; BARBONI; BREMOND; BONNEFILLE, 2007) associada a clima mais seco.

As linhas e fragmentos de carvão encontradas a 75 cm e 210 cm indicam ocorrência de paleoincêndios em torno de ~6.000 anos AP e ~4.000 anos AP, respectivamente (SILVA; VIDAL TORRADO, 1999; GOUVEIA 2001; GOUVEIA et al., 1999, 2002; GOUVEIA; PESSENDA, 2000; PESSENDA et al., 2004), corroborados pela elevada proporção de fitólitos de Palmeiras e de Poaceae com cores amareladas. Segundo Parr (2006) essas cores podem indicar que os fitólitos passaram por altas temperaturas (na planta viva ou incorporado ao solo). Os incêndios podem estar associados a períodos mais secos na região Sudeste no Holoceno médio (GOUVEIA 2001; GOUVEIA et al., 1999, 2002; BEHLING, 2002; PESSENDA et al.; 2005).

Outro indicativo de períodos mais secos é a alta frequência de billobates para esse período. Esse morfotipo é produzido na epiderme das folhas de Poaceae em períodos de restrição hídrica parcial e/ou temporária. Na região de Salitre pequenas variações como estas somente foram comprovadas por meio das associações de fitólitos de Poaceae (ALEXANDRE; MEUNIER, 1999).

O empobrecimento do valor δ^{13} e o aumento de morfotipos de Dicotyledoneae apresentado nas camadas mais superficiais (Zonas IIb e III), sugerem o estabelecimento progressivo de uma formação mais florestada, provavelmente em decorrência de um clima mais úmido, semelhante a atual. As datações sugerem que essa condição pode ter se instalado a partir de ~2.500 anos AP (PESSENDA et al., 1996, 1998, 2004; SCHEEL-YBERT et al., 2003). De acordo com Pessenda et al. (2005) essa mudança para condições mais úmidas tem sido observada na região Sudeste por volta de 3.000 anos AP, com variações, dependendo da área, entre 5.000 e 1.000 anos AP (LEDRU, 1993; PESSENDA et al., 1996.a,b, 1998; BEHLING e LICHTER, 1997; BEHLING, 2002; GOUVEIA et al., 2002).

O aumento na frequência dos morfotipos globulares (smooth e rugose) pode indicar um aumento na densidade arbórea da vegetação no Holoceno inferior-médio. Entretanto, esse aumento, juntamente com constatação de grande quantidade de

fitólitos tafonomizados e quebrados em profundidade sugerem tratar-se de um material muito antigo, longo tempo de permanência desses fitólitos no solo e prováveis fases de translocação vertical e lateral pela água ou por remonte biológico no solo (ALEXANDRE et al., 1999; RUNGE, 1998). A fauna do solo desempenha um papel muito forte na formação dos Latossolos, atuando na homogeneização do material e formação de microagregados, estrutura típica dessa classe de solos (BOULET et al., 1995; SILVA; VIDAL TORRADO, 1999; GOUVEIA; PESSENDA, 2000; SCHAEFER, 2001; GOUVEIA, 2001). Animais que vivem no solo (formigas, cupins etc.) também pode causar “contaminações” dentro do mesmo misturando (translocando) materiais entre diferentes subhorizontes, alterando assim o sinal fitolítico e isotópico, bem como o rejuvenescimento da MOS formando linhas de fragmentos de carvão, por vezes soterrando os mais modernos, por remonte. Entretanto, a análise na distribuição vertical dos valores $\delta^{13}\text{C}$ e de fitólitos indica distribuição linear, sem anomalias, validando as interpretações realizadas, quanto à vegetação e suas respectivas mudanças. Considerando a possibilidade de remonte biológico é possível que a acumulação da MOS contida no horizonte húmico teria se iniciado um antes do período sugerido pelas datações ^{14}C , isto é do Holoceno médio.

Posto isso, pode-se considerar que:

- A matéria orgânica do solo que caracteriza o horizonte A húmico desse perfil teria se formado, inicialmente, a partir de uma vegetação com mistura de plantas de padrões C_3 e C_4 , com predomínio de plantas C_3 (cerrado), no Holoceno inferior-médio associada a um clima mais seco que o atual. A partir do Holoceno superior teria passado para uma vegetação florestada mais fechada (Cerrado *Stricto Sensu*), associada a um clima um pouco mais úmido, semelhante ao atual.

- A bioturbação pode causar um rejuvenescimento da MOS durante o processo de material homogeneizado e soterramento de fragmentos de carvão, por vezes mais modernos, por remonte. Desta forma estabilização e concentração de MOS no horizonte húmico seria um pouco mais antiga do que o sugerido pela datação ^{14}C dos fragmentos encontrados no solo, isto é, Holoceno Médio.

5.2.2.3 Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico – Machado (Sul de Minas Gerais)

Esse solo encontra-se em posição de topo em vestígios de superfície antigas, provavelmente a Sul Americana ou a Velhas (KING, 1956). A vegetação moderna corresponde a uma floresta tropical úmida de transição com o cerrado. Apresenta apresenta textura argilosa, pH em água entre 4,2 no topo e 5,5 na base da trincheira (Tabela 5.7).

Tabela 5.7 - Características do solo e resultados da contagem de Fitólitos nas amostras.

Horiz.	Prof. Cm	Cor Munsell	Argila	CO	COT	Ds t. m ⁻³	pH (H ₂ O) (1:2,5)	Relação Molecular	
								-----g. kg ⁻¹ -----	Ki
A	0-10	5YR 3/2	454,6	43,9	46,9	0,83	4,2	nd	nd
A2	10-60	5YR 2,5/2	498,4	35,2	45,6	0,83	4,7	nd	nd
A3	60-85	5YR 2,5/3	566,2	33,6	33,4	0,90	5,0	1,36	1,17
AB	85-120	5YR 2,5/2	539,6	22,7	29,4	0,96	5,0	nd	nd
BA	120-140	5YR 4/4	597,3	16,7	18,7	1,08	4,9	nd	nd
Bw	140-170	5YR 4/4	623,5	9,7	12,5	1,06	5,5	nd	nd
Bw2	170-210+	5YR 5/8	649,7	7,0	9,3	1,00	5,3	1,54	1,30

nd: não determinada

Os maiores valores de CO 43,9 g kg⁻¹ e 35,2 g kg⁻¹ foram encontrados nos horizontes A (0-10 cm) e A2 (10-60 cm), respectivamente, e a média para todos os horizontes coletados é de 24, 12 g kg⁻¹ (DP ± 13,91). O maior teor de COT, 83,82 g kg⁻¹, é observado no topo do A2, entre 20 e 30 cm de profundidade (Tabela 5.7). Abaixo de 40 cm o teor de COT diminui progressivamente. A mineralogia caulínita deste solo é definida pelos valores de Ki e Kr que variam, do topo para a base da trincheira, de 1,36 a 1,53 e 1,17 a 1,30, respectivamente. Os principais morfotipos identificados e contados estão ilustrados nas Figuras 5.15, 5.16 e 5.17.

A porcentagem de fitólitos diminui em profundidade, paralelamente ao aumento da quantidade de fitólitos tafonomizados (Tabela 5.8).

Os dados de quantificação dos fitólitos foram submetidos a análise de agrupamentos (Figura 5.18) e análise de componentes principais (Figura 5.19) que resultaram, assim como nos demais solos estudados, na formação de três grandes grupos (Zonas Fitólíticas), que coincidem com a divisão do solum por horizontes pedológicos, tal como

antes definidos por afinidades morfológicas (cor, textura, estrutura, porosidade, etc.). (Apêndice A).

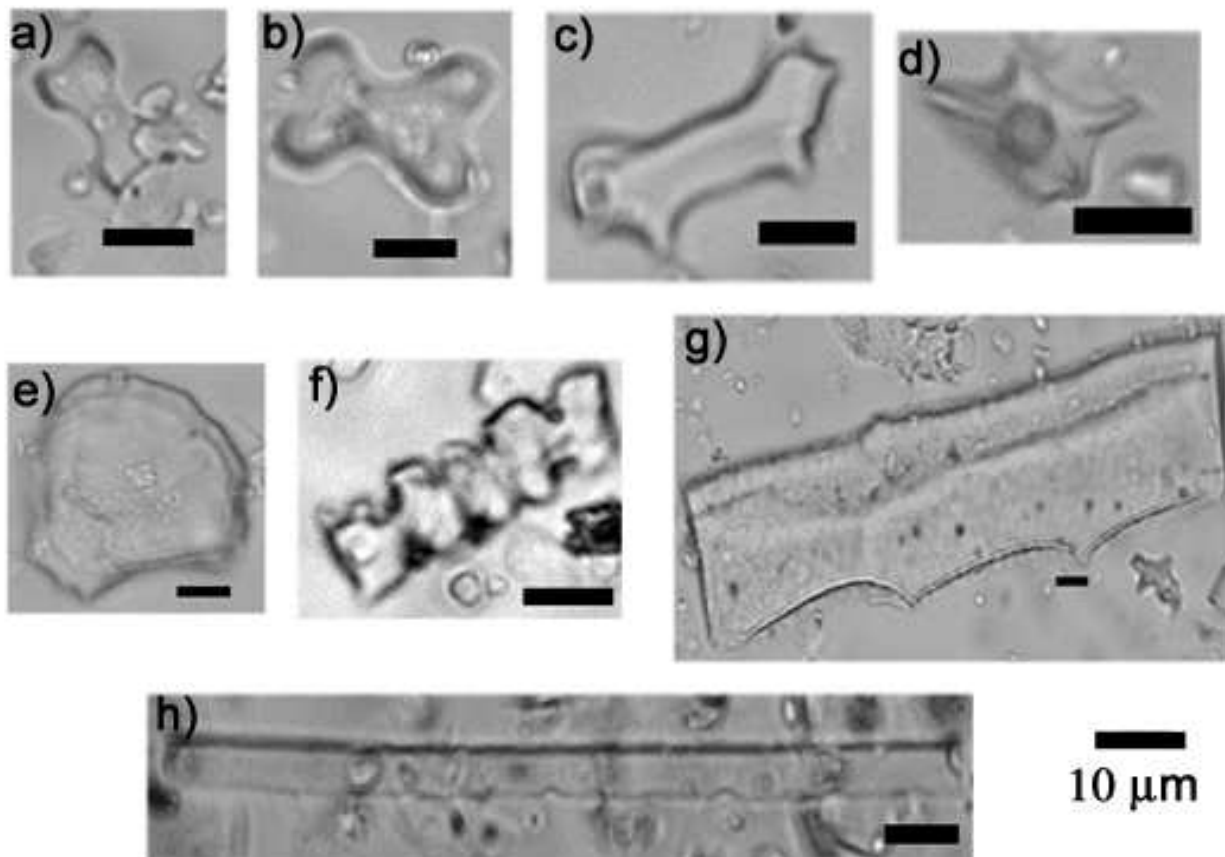


Figura 5.15 - Fotomicrografia de Morfotipos de fitólitos de Poaceae encontrados no horizonte A húmico do Latossolo Vermelho-Amarelo (Machado, MG). As fotos foram tomadas com aumento de 400x com microscópio óptico. a,b) bilobates; c) bilobate - *Chusquea* cf. Montti et al. (no prelo); d) rondel; e) bulliforme ; f,g) elongat;

Tabela 5.8 - Abundância de diferentes morfotipos de fitólitos na assembléia do solo (em porcentagem do total de fitólitos classificados).

	Angiosperma										Gimnosperma			Indeterminado.	Tafonomizado*	
	Monocotiledoneas									Dicotiledoneae (árvores e arbustos)			Araucariaceae			
	Poaceae					Arecaceae							Araucaria			
	Panicoideae	Pooideae	Chloridoideae	Cylindric	Elongate	Bulliform	Trichome	Clavate	Hair	Globular Echinate	Globular	Papila	Irregular			Crater shaped
F1	12	10	0	2	15	38	2	0	0	5	12	1	0	0	3	10
F2	4	10	2	2	21	23	0	5	3	24	3	1	1	2	1	8
F3	4	11	6	3	18	24	0	2	5	18	3	1	2	2	3	18
F4	4	10	1	0	16	20	0	4	2	41	0	1	0	0	1	5
F5	5	19	5	1	18	25	0	5	1	15	1	1	2	1	2	2
F6	5	16	4	1	17	26	0	4	0	17	5	0	3	0	1	2
F7	6	16	12	0	20	32	0	5	0	3	3	2	0	0	0	3
F8	4	18	7	0	19	35	0	7	2	3	2	0	0	0	2	5
F9	1	10	12	0	11	45	0	2	5	8	5	0	0	0	0	7
F10	2	21	5	0	14	41	0	8	1	2	2	1	0	0	2	4
F11	5	12	5	0	20	38	0	0	3	7	9	0	0	0	0	12

* A % de fitólitos tafonomizados não entra na soma dos fitólitos classificados.

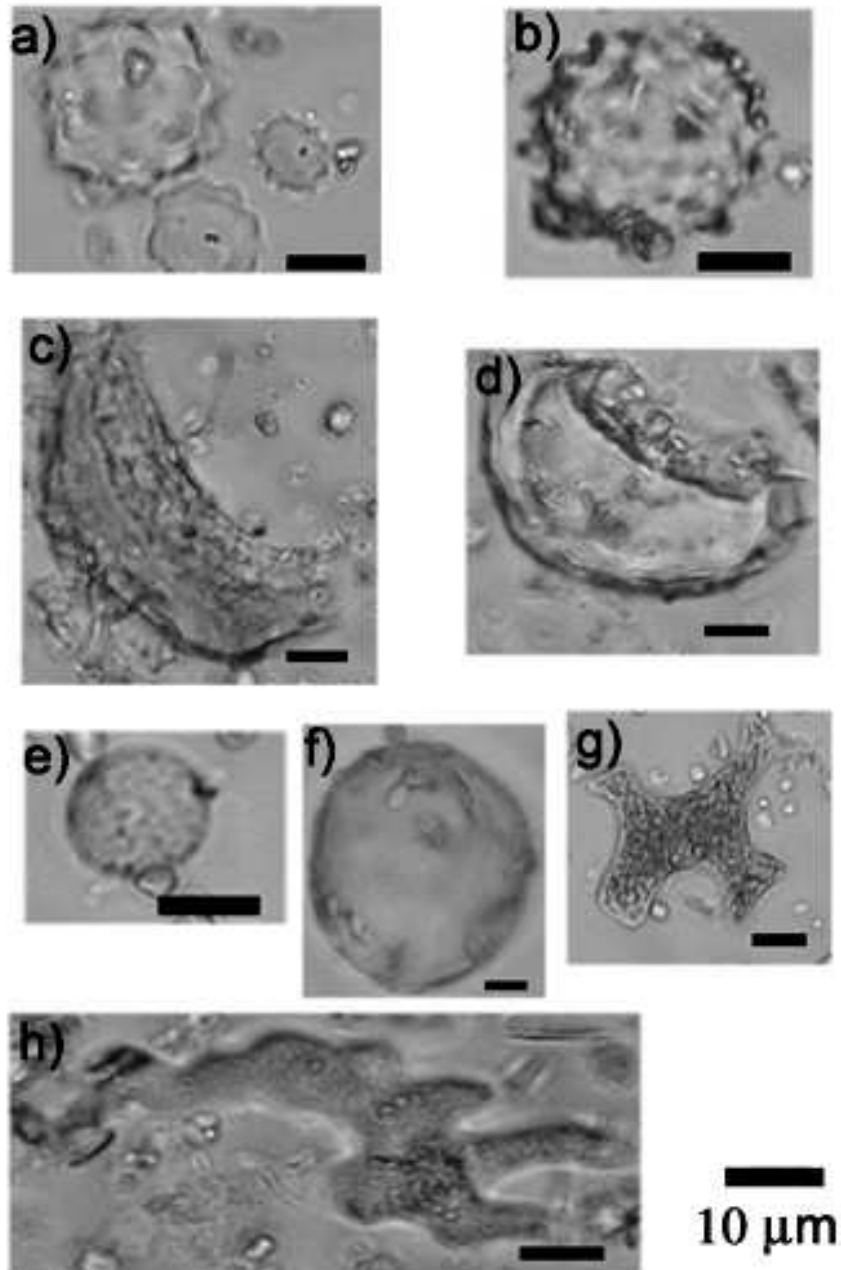


Figura 5.16 - Fotomicrografia de fitólitos encontrados no horizonte A húmico do Latossolo Vermelho-Amarelo (Machado, MG). As fotos foram tomadas com aumento de 400x com microscópio óptico. Morfotipos de Arecaceae (palmeiras) a, b) globular echinate; Morfotipos de Araucariaceae c, d) crater shaped; Morfotipos Dicotyledoneae e, f) globular , g,h) irregular shaped;

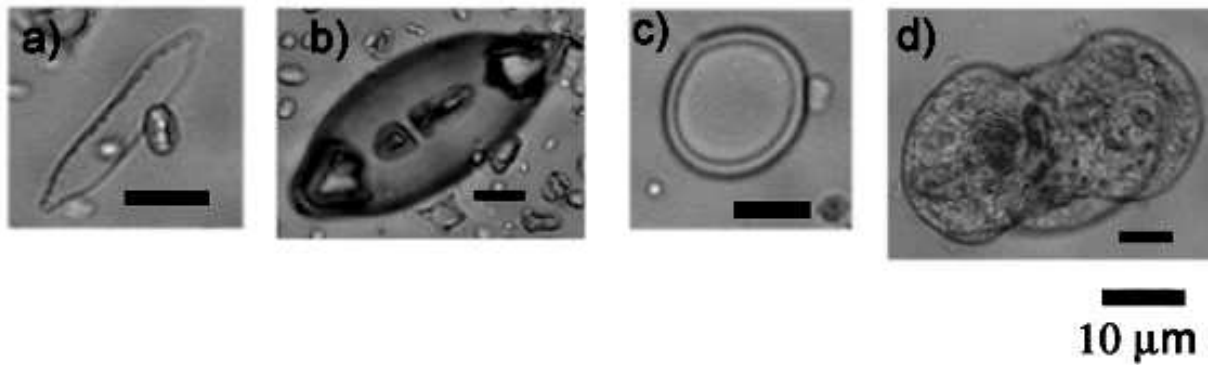


Figura 5.17 - Fotomicrografia de corpos silicosos e pólen encontrados no horizonte A húmico do Latossolo Vermelho-Amarelo (Machado, MG). As fotos foram tomadas com aumento de 400x com microscópio óptico.

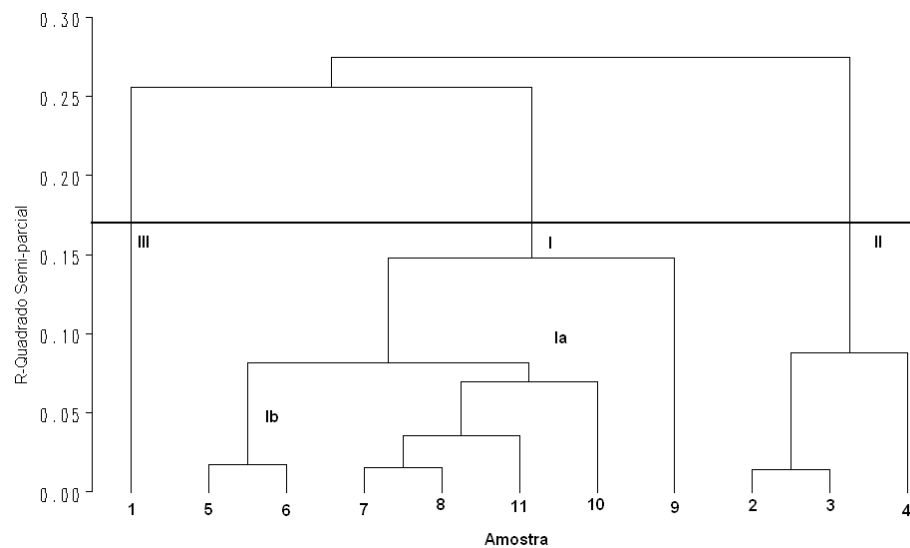
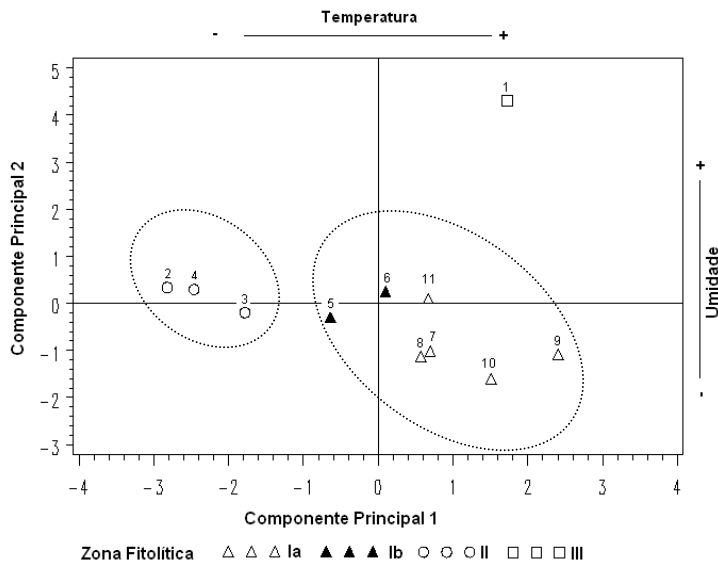


Figura 5.18 - Análise de Agrupamento Hierárquico –Método Ward para assembléia de fitólitos do perfil de Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico (Machado, MG).

A PCA explicou a definição desses agrupamentos utilizando as quatro primeiras componentes. A PCA-Eixo 1 (33,23% da variância) foi definida pelas variáveis bulliforme, Dicotiledoneae, Chloridoideae e Pooideae (campo positivo) e Palmeira e Araucaria (campo negativo). Essa componente diferencia as condições de temperatura expressadas pelo significado ecológico dos fitólitos que a definem (Figura 5.20).

A)



B)

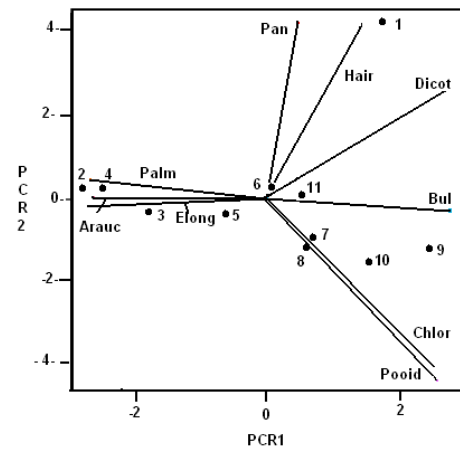


Figura 5.19 - Análise de componentes principais da assembléia de fitólitos de um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico (Machado, MG). (A) Plano de elipses e dispersão de pontos de cada zona fitolítica. Pontos como códigos de cada amostra. (B) Gráfico de autovetores das variáveis. PCR: Regressão das Componente Principais

A PCA-Eixo 2 (27% da variância) foi definida pelas variáveis Dicotiledôneas e Panicoideae (campo positivo) e Cloridoideae e Pooideae (campo negativo). Ela permite distinguir as condições de umidade métricas das xéricas. A PCA-Eixo3 (13,76% da variância) foi formada por Panicoideae, Pooideae e elongate (campo positivo) e Palmeira e Dicotiledôneas (campo negativo). A PCA-Eixo 4 (10,63% da variância) é definida por Araucaria, Dicotiledôneas e Chloridoideae (campo positivo) e Palmeira e Pooideae (campo negativo). Foi adotado o modelo da PCA- Eixo 1 pela PCA-Eixo2. As Zonas Fitolíticas ficam assim caracterizadas (Figura 5.20):

A **Zona I** subdivide-se em:

- **Zona Ia** (~10.000 anos AP- ~5.000 anos AP): nessa zona foram agrupados os horizontes BA, A3 e o topo do A2 (110-70 cm). O material do solo tem cor bruno-avermelhada escura (5YR - 2,5/2), textura argilosa (Tabela 5.7) e grande quantidade de pedotúbulos verticais que se interdigitam entre a faixa de transição entre os horizontes AB e BA. Os fragmentos de carvão são encontrados em abundância por toda essa faixa. A assembléia de fitólitos apresentou predomínio de morfotipos de Poaceae que representam, em média, 83% da soma dos fitólitos identificados (Tabela 5.8). Os

morfotipos de dicotiledôneas (Dicotiledoneae) e de palmeiras (Arecaceae) variaram, respectivamente, entre 2%-12% e 8%-12%. Os valores determinados pelos Iph, IC, D/P são >45%, <30 (19% na base) e 0,19-0,03, respectivamente (Figura 21). Foram encontrados carvões a 110 cm datados em 10.320 ± 120 anos AP (Pleistoceno/Holoceno Inferior). No intervalo entre 120 e 70 cm os resultados de $\delta^{13}\text{C}$ indicaram um pequeno empobrecimento isotópico progressivo de $-23,22 \text{‰}$ para $-24,25 \text{‰}$ (Apêndice F). Na base, esses valores podem estar relacionados ao fracionamento da MOS ou à existência de uma vegetação local composta, predominantemente, por plantas C_3 a partir de $\sim 10.320 \pm 120$ anos AP (Figura 5.21).

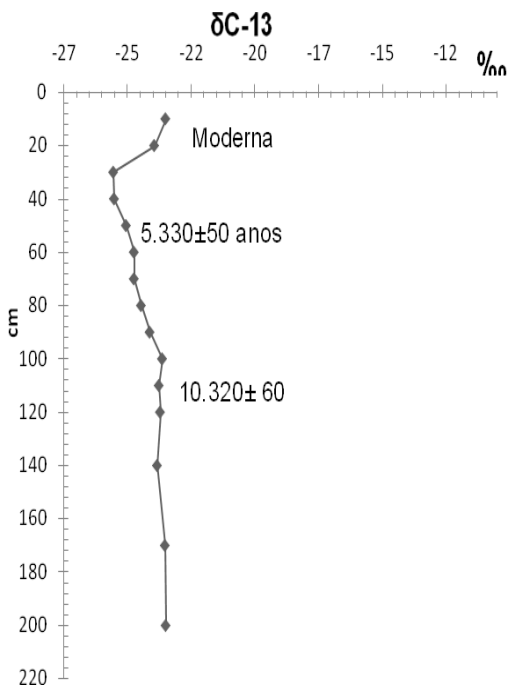


Figura 5. 21 - Variação vertical dos valores $\delta^{13}\text{C}$ Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico-Machado (MG)

- **Zona Ib** (~ 5.000 anos AP - $\sim 2.000/1.000$ anos AP(?): corresponde aos subhorizontes A3 e a base do A2 (70-40 cm). Nessa zona foram identificadas cores mais escuras e grande quantidade de fragmentos de carvão. A atividade biológica é intensa e são comuns os pedotúbulos e galerias preenchidas com material mais claro, provavelmente do horizonte Bw.

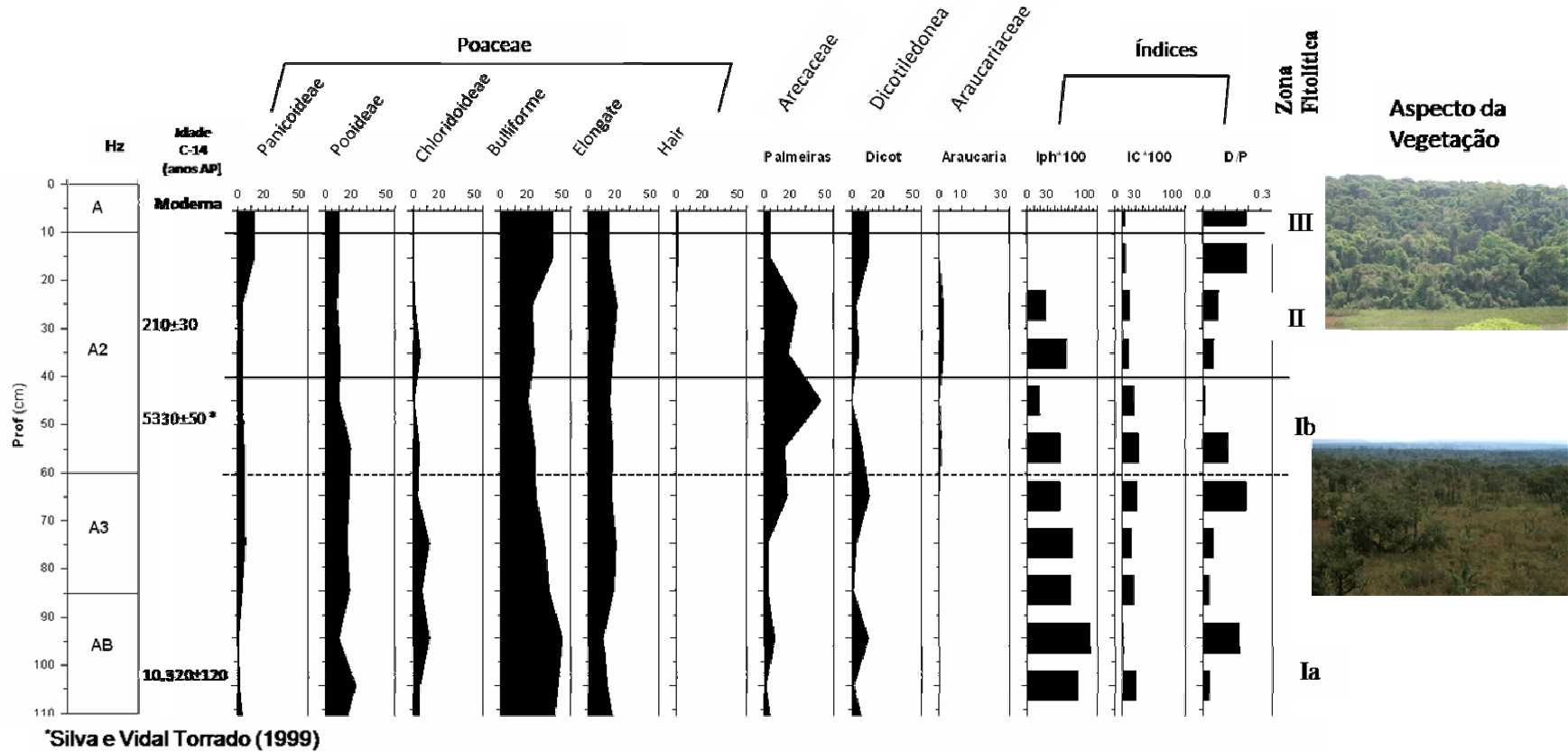


Figura 5.22 - Distribuição da Assembléa de fitólitos (Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico – Machado , MG). Índices Fitolíticos: D/P = Relação dicotiledôneas (*globular*) por Poaceae (*Pooideae*, *Cloridoideae*, *Panicoideae*, *trichomes* e *bulliforms*) (Alexandre et al., 1997b); Iph (%) = Índice de Aridez (DIESTER-HAAS; SCHRADER; THIEDE., 1973); b) Ic(%) = Índice Climático (Twiss, 1987)

A subdivisão dessa zona pautou-se no aumento do morfotipo *globular echinate* (17% a 15%) produzido por Palmeira (Arecaceae), e no aparecimento dos primeiros morfotipos *crater shaped* (1%), produzidos por plantas da família Araucariaceae.

A assembléia de fitólitos apresentou predomínio de morfotipos de Poaceae (70%), sendo 4% de Panicoideae, 10% de Pooideae e 4% de Chloridoideae. Os morfotipos de Palmeiras e de Dicotiledoneae representaram 16% e 6%, respectivamente, da assembléia. Os fragmentos de carvão encontrados em profundidade semelhante por Silva e Vidal Torrado (1999), em um solo localizado a poucos metros do P3, foram datados como do Holoceno médio ($\sim 5.330 \pm 50$ anos AP (Holoceno Médio) e corroboram os estudos que indicaram fases mais secas neste período com maior frequência de incêndios (GOUVEIA; PESSEDA, 2000). Os valores dos índices calculados nesta zona (Figura 5.21), Iph 47-48%, IC 28-34% e D/P 0,01-0,1 e o valor $\delta^{13}\text{C}$ -23,43‰, mais empobrecido no topo, corresponde a uma vegetação com mistura de plantas C_3 e C_4 , com predomínio de plantas C_3 (GOUVEIA et al., 1999, 2002; PESSEDA et al., 1996b; 1998a), provavelmente associada a um clima mais úmido do que o anterior (Figura 5.21). Na base, os valores $\delta^{13}\text{C}$ mais empobrecidos podem estar relacionados ao fracionamento da MOS ou à existência de uma vegetação local composta, predominantemente, por plantas C_3 a partir de $\sim 10.320 \pm 120$ anos AP

- **Zona II** (~ 6000 - $\sim 3600 \pm 40$ anos AP): corresponde ao subhorizonte A2 (40-10 cm). A cor e a textura são semelhantes aquelas da zona subjacente, porém apresenta estrutura ligeiramente mais grumosa. A assembléia de fitólitos demonstrou a redução dos morfotipos produzidos por Poaceae, sendo a soma das Pooideae, Cloridoideae e Panicoideae somente 17% da assembléia (Tabela 5.8).

Nesta zona destacou-se a ocorrência um sinal mais forte da presença de morfotipos de araucária na composição da vegetação desse período, atingido 2% da assembléia indicando um período muito úmido. O morfotipo de Arecaceae aumenta para 27,5% da soma de fitólitos classificados. Os valores dos índices calculados para esta zona (Figura 5.21), Iph <20% (exceto a 40-30 cm, com valor de 56,87%), IC <30% e D/P <0,1 e o valor $\delta^{13}\text{C}$ -23,01‰ indicam predomínio de vegetação arbórea (BARBONI et al., 1999). Entre 40 e 20 cm os valores $\delta^{13}\text{C}$ são mais empobrecidos,

sugerindo o estabelecimento progressivo de uma formação florestada, provavelmente associada a um clima mais úmido. Foram encontrados muitos esqueletos de diatomáceas (não classificados e não quantificados), grãos de pólen (não classificados) e esporos de samambaias/xaxins que indicam um ambiente úmido. A linha e os fragmentos de carvões encontrados na parte superior dessa zona podem refletir a atividade antrópica no período colonial (SILVA; VIDAL TORRADO, 1999).

- **Zona III** – corresponde a vegetação atual (floresta mais aberta) e apresentou valor $\delta^{13}\text{C}$ de -23,01‰, característico de predomínio de planta C_3 (PESSENDA et al., 1996, 1998a). A assembléia de fitólitos apresentou aumento de Poaceae Panicoideae (12%), Pooideae (10%) e morfotipo Buliforme (38%) (Poaceae) em relação a zona anterior. Os valores obtidos para índices são Iph 0%, IC 16,06% e D/P 0,19 caracterizam a vegetação atual e a abertura da vegetação (Figura 5.21), provavelmente em decorrência da atividade antrópica, haja vista que esta área vem sendo explorada desde o período colonial brasileiro.

Discussão

A análise dos resultados sugere que o horizonte húmico desse solo se desenvolveu sob uma vegetação com mistura de plantas C_3 e C_4 , com predomínio de plantas C_3 (floresta) (PESSENDA et al., 1996, ALEXANDRE; MEUNIER, 1999; PESSENDA et al., 2004) desde o Holoceno inferior, associada a condições climáticas mais secas e/ou com curta estação seca. Na região de Salitre pequenas variações somente de umidade no Holoceno inferior e médio foram comprovadas por meio das associações de fitólitos de Poaceae (ALEXANDRE; MEUNIER, 1999) e os demais elementos da assembléia fitolíticas. Os índices encontrados nesses solos indicam condição semelhante as encontradas em regiões tropicais Africanas (ALEXANDRE et al., 1997b; BARBONI et al., 1999; BARBONI; BREMOND; BONNEFILLE, 2007) e no Brasil (ALEXANDRE; MEUNIER, 1999), indicativos de condições climáticas mesotérmica úmida, favoráveis ao desenvolvimento de uma vegetação com mistura de plantas C_3 e C_4 , com predomínio de plantas C_3 .

A acumulação da matéria orgânica do horizonte húmico teria se iniciado por volta de ~10.500 anos AP (110-120 cm de profundidade) e apresenta característica que

indicam um momento de suave transição para uma condição de restrição hídrica na base e aumento significativo de umidade no topo (Zona IIb). Essa tendência pode ser respaldada pelo estudo realizado na região de Salitre por Ledru (1993), no qual a autora identificou dois períodos de expansão da vegetação de savana em detrimento das áreas de floresta, provavelmente associados a condições de clima seco entre 11.000-10.000 e 6.000-4.500 anos AP. Essa primeira fase seca também foi identificada em outros locais das regiões Sul e Sudeste por Pessenda et al. (2004). Esses autores interpretaram que a região subtropical foi muito mais seca durante mudanças climáticas ocorridas no Pleistoceno Superior/Holoceno Inferior.

A presença de muitos biotúbulos entre 90-120 cm com visível mescla de materiais, permite considerar a possibilidade de remonte e translocação de material ao longo do perfil, pela fauna do solo, conforme discutido no P30. Entretanto, considerando a avaliação das porcentagens encontradas para os morfotipos de dicotiledôneas, o enriquecimento natural de $\delta^{13}\text{C}$ em profundidade (NADELHOFFER; FRY, 1988; BOUTTON, 1991) e aumento linear dos fitólitos com sinais de corrosão, considerou-se que não há indícios consistentes de perturbações na assembléia fitolítica. Assim, é possível inferir com maior segurança que a vegetação desta zona era composta por árvores, arbustos e Poaceae acima do nível indicado pela relação D/P, portanto em concordância com os dados de $\delta^{13}\text{C}$, que assinalou de uma vegetação local composta, predominantemente, por plantas C_3 a partir de $\sim 10.320 \pm 120$ anos AP.

As primeiras indicações de alteração para condições mais úmidas foram observadas no topo da Zona I (50-60 cm) onde aparecem os primeiros fitólitos da família Araucariaceae (morfotipo crater shaped) que indica um incremento de umidade em relação às condições inferidas para base desta zona (110-120 cm).

Barboni et al. (1999) encontraram valores para o índice D/P relativamente baixos, semelhantes aos encontrados em Machado (MG), para as áreas de estepe arbustiva (0.1), vegetação da planície de inundação (0.2) e floresta riparia (0.7) na Etiópia (África). Alexandre e Meunier (1999c) encontraram valores entre 1 e 1.3 para a relação D/P em profundidade semelhante em um Latossolo em Salitre (Minas Gerais) e interpretaram como uma vegetação aberta com árvores e arbustos que teria

predominado entre 4350 \pm 540 e 3060 \pm 210 anos AP. Essas idades são compatíveis com a encontrada para a Zona I nesse estudo e por Silva e Vidal Torrado (1999).

Na Zona II a assembléia de fitólitos e a ocorrência de esporos de samambaias (*Dicksonia Sellowiana*) e de esqueletos silicificados de diatomáceas, corrobora a hipótese de aumento de umidade. Considerando a presença significativa do morfotipo *crater shaped*, produzido por plantas da família das Araucariaceae, é possível inferir que o clima tenha se tornado mais úmido no período representado por esta zona (Holoceno médio-superior), pois a Araucária necessita de muita umidade (mínimo de 1.400 mm de precipitação média anual) sem estação seca marcada (BEHLING, 1997b). Segundo esse mesmo autor, a presença de palmeiras, família das Arecaceae, indicaria que não houve uma diminuição muito brusca da temperatura, pois estas plantas são adaptadas às condições climáticas sem geada ou sem a influência significativa destas. Esse resultado corrobora estudos anteriores que reconhecem a ocorrência de uma fase úmida no Brasil Central durante o Holoceno Superior (SCHEEL-YBERT et al., 2003) com formação de floresta e estabelecimento de condições climáticas semelhantes a atual (De OLIVEIRA, 1992; LEDRU, 1993; BEHLING, 1995; PESSEDA et al., 1996; 1998; 2004; SCHEEL-YBERT et al., 2003).

A expansão da Araucária na região Sul e em algumas áreas da região Sudeste do Brasil teria ocorrido durante o Holoceno Inferior sob condições de clima frio e úmido (LEDRU, 1993 e BEHLING, 1997a,b). No Holoceno Superior, que parece ser o caso de Machado, teria ocorrido outra fase de expansão dessa floresta, porém sob condições de clima úmido e ligeiramente mais quente que a anterior (LEDRU et al., 1994; PESSEDA et al., 2004).

A concentração de fragmentos de carvão, pode ser atribuída a presença de uma vegetação mais densa composta plantas lenhosas, mais capazes de produzir carvão. Esses carvões, segundo Silva e Vidal Torrado (1999), podem ter participação no processo de melanização, incorporação e estabilização da matéria orgânica no horizonte húmico desse solos.

A assembléia de fitólitos da Zona III está em concordância com a vegetação atual que corresponde à transição entre Floresta Tropical Subperenifólia e Cerrado (BRASIL, 1983; SILVA; VIDAL TORRADO, 1999) com presença de espécies como *Casearia*

sylvestris Sw., *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr., típicas da vegetação de cerrado. São encontrados fragmentos de carvão e fitólitos de coloração ligeiramente mais bruna em abundância, o que poderia indicar ocorrência de incêndio (PARR, 2006). Fragmentos de carvões datados indicam idade moderna. Para Silva e Vidal Torrado (1999) os últimos incêndios ocorreram no período colonial do Brasil, época das primeiras ocupações da área.

Ainda que a distribuição das assembléias de fitólitos no solo represente a assinatura da vegetação local, desenvolvida ao longo do tempo, é possível que nessas camadas superiores haja uma contribuição de material coluvial devido a posição do perfil na média alta vertente em situação favorável ao aporte de material removido a montante.

Em geral, os resultados indicam que:

- A matéria orgânica acumulada no horizonte húmico nesse perfil deriva de formações vegetais formadas predominantemente por plantas C₃.

- A base do horizonte húmico (Pleistoceno/Holoceno Inferior) teria se desenvolvido sob uma floresta mais aberta, que teria evoluído para uma floresta mais densa com *Araucária* em sua composição, ao longo do Holoceno superior, cujos remanescentes de *Araucária angustifolia* persistem até hoje na região, sobretudo nos fundos de vales.

5.2.2.4 Interpretação da composição e distribuição das assembléias de fitólitos e suas implicações (paleo)ambientais

Segundo Behling (2002), a Floresta Ombrófila Mista (ou Floresta subtropical de *Araucária*) é encontrada nos planaltos do Sul (entre 24° e 30° S) e em pequenas áreas isoladas (refúgios) no SE do Brasil (entre 18° e 24°S). Essa formação é muito sensível às mudanças climáticas, principalmente no que se refere à umidade, de maneira que pode se extinguir devido a redução da umidade, mesmo quando a temperatura é satisfatória. Requer um mínimo de 1400 mm de precipitação média anual e não mais que um mês sem chuva (BEHLING, 1997b).

A co-presença de *Araucária angustifolia* e do *Podocarpus* é a associação que melhor retrata a paisagem da Floresta Ombrófila mista do Brasil Meridional (VELOSO et al., 1991) encontrada na região de Guarapuava (PR). Essas espécies têm

preferência por baixa temperatura e elevada umidade, sem estação seca marcada. Nessa formação também é comum árvores de xaxim (*Dicksonia sallowiana*, *Alsopilla elegans*) nos setores mais úmido ou em áreas sem estação seca. Essa condição retrata muito bem a situação do perfil de Guarapuava, que teria estado desde o Holoceno Superior acompanhando a formação da Floresta Ombrófila com entrada da Araucária nos últimos 1500 anos AP (BHELING, 2002).

A presença de Araucária em áreas altimontanas da região Sudeste, como o caso de Machado poderia ser um reflexo de um período de mais úmido e de temperatura mais frias que as atuais, reconhecido em vários trabalhos realizados nas regiões Sul e Sudeste do Brasil no Holoceno médio- superior (OLIVEIRA, 1992; LEDRU, 1993; BEHLING, 1995; PESSENDA et al., 1996; 1998; 2004, SCHEEL-YBERT et al., 2003), que indicam uma expansão da mata com araucária para as partes mais elevadas das vertentes. A vegetação no Holoceno Médio e Superior teria sido composta predominantemente por plantas C₃, com influência de plantas C₄, similarmente ao encontrado no estado de São Paulo (GOUVEIA; PESSENDA, 2000; SCHEEL-YBERT et al., 2003), e em Minas Gerais (LEDRU, 1993), porém com Araucária nas partes mais elevadas no Sul de Minas Gerais. As áreas de estudo parecem ter passado por período de clima mais seco, que teria possibilitado a abertura da Floresta, com aumento da contribuição de plantas C₄ na composição da vegetação que recobria esta região durante o Holoceno Inferior e Médio (BEHLING et al., 1998; PESSENDA et al., 2004).

Até o final do Pleistoceno, entre 13.000 e 11.000 anos AP a floresta teria se expandido até o setor norte da Região Sudeste e as condições se tornaram progressivamente mais úmidas, como destacado pelo desenvolvimento da Floresta de Araucária até final desse intervalo, sobretudo na região serrana, favorecida pelo clima de altitude. Segundo Martin et al. (1997), essas mudanças climáticas sugeridas para o final do Pleistoceno (12.400 – 8.800 anos AP) podem ser decorrentes do deslocamento para o norte da Zona de Convergência de Inter-Tropical (ITCZ) tornando as regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste mais secas do que atualmente.

5.3 Considerações Finais

O horizonte húmico nos Latossolos estudados pode ser considerado “relictual”, porque preservam fitólitos indicativos de climas pretéritos tanto mais secos (no horizonte B) referente ao Holoceno médio-inferior e como mais úmido e mais quente na parte superior do horizonte húmico, a partir do Holoceno superior, nas regiões Sudeste e Nordeste e mais úmido e frio, semelhante as condições climáticas atuais, na região Sul.

A gênese da matéria orgânica que caracteriza o horizonte A húmico dos perfis estudados se desenvolveu predominantemente sob vegetação com mistura de plantas de ciclo fotossintético C_3 e C_4 , com aumento progressivo de plantas C_3 desde o Holoceno inferior-médio até o presente, nas regiões Sudeste e Nordeste. Na região o húmico teria se desenvolvido predominantemente sob uma vegetação com predomínio de plantas C_4 , no Holoceno médio, evoluindo para uma vegetação mais fechada (floresta) até os dias atuais.

A análise de assembléia de fitólitos se mostrou eficaz para complementar os resultados de $\delta^{13}C$, da matéria orgânica, e possibilitar inferências sobre possíveis variações de umidade nas áreas de estudo, de forma similar aos resultados obtidos por Alexandre e Meunier (1999). Os morfotipos Pooideae, Cloridoideae e Panicoideae da família de Poaceae (Poaceae), *globular echinate* (família de Arecaceae - palmeiras), *globulars* – dicotiledôneas arbustivas e arbóreas e *crater shaped* - família de Araucariaceae são reconhecidos pelo significado taxonômico comprovado dentro dos estudos fitolíticos (TIESZEN et al., 1979; LIVINGSTONE; CLAYTON, 1980; KONDO; IWASA, 1981; TWISS, 1992; FREDLUND; TIENSZEN, 1994; ALEXANDRE et al., 1997 a, b; PIPERNO, 2006; PARR; WATSON, 2007).

Os índices utilizados em áreas em áreas tropicais e subtropicais úmidas do Brasil e que foram desenvolvidos para as condições de vegetação tropical africana e as pradarias temperadas da América do Norte, demonstraram as tendências válidas para indicar as pequenas variações na estrutura fitossociológica da vegetação das áreas de estudos. Entretanto, está claro que é necessário aprimorar os índices por meio de estudos com assembléias de fitólitos extraídos de plantas modernas da região Tropical Sulamericana, para obter os valores limítrofes e assim distinguir as diferentes

vegetações que podem apresentar variações devido as características topográficas, de umidade e de temperatura, e seus reflexos na estrutura da vegetação.

Referências

AB'SABER, A. N. **The paleoclimatic and paleoecology of Brazilian Amazônia. Biological diversification in the tropics.** New York: Columbia University Press, 1982. 41-59p.

ABRANTES, F. A 340,000 year continental climate record from tropical Africa - news from opal phytoliths from the equatorial Atlantic. **Earth and Planetary Science Letters**, Amsterdam, v. 209, p.165-179, 2003.

ABSY, M. L.; CLEEF, A. M.; FOURNIER, M.; MARTIN, L.; SERVANT, M.; SIFEDDINE, A.; FERREIRA DA SILVA, M.; SOUBIES, F.; SUGUIO, K.; TURCQ, B.; VAN DER HAMMEN, T. Mise en évidence de quatre phases d'ouverture de la forêt dense dans le sud-est de l'Amazonie au cours des 60,000 dernières années. Première comparaison avec d'autres régions tropicales. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris**, Paris, v.312, n.2, p. 673–678, 1991.

ALBERT, R. M.; LAVI, O.; ESTROFF, L.; WEINER, S.; TSATSKIN, A.; RONEN, A.; LEV-YADUN, S. Mode of Occupation of Tabun Cave, Mt Carmel, Israel During the Mousterian Period: A Study of the Sediments and Phytoliths. **Journal of Archeological Science**, Oxford, v.26, p.1249–1260, 1999.

ALEXANDRE, A.; MEUNIER, J.-D.; COLIN, F.; KOUD, J.-M. Plant impact on the biogeochemical cycle of silicon and related weathering processes. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, Nova York, v. 61, n. 3, p. 677-682, 1997a.

ALEXANDRE, A.; MEUNIER, J.-D.; LCZINE, A.-M.; VINCENS, A.; SCHWARTZ, D. A. Phytoliths: indicators of grassland dynamics during the late Holocene in intertropical Africa. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v. 136, p. 213-229, 1997b.

ALEXANDRE, A.; MEUNIER, J.-D. Late Holocene Phytolith and Carbon-Isotope Record from a Latosol at Salitre, South-Central Brazil. **Quaternary Research**, San Diego, v. 51, p. 187–194, 1999.

ALMEIDA, J. A.; TORRENT, J.; BARRÓN, V. Cor de solo, formas do fósforo e adsorção de fosfatos em latossolos desenvolvidos de basalto do Extremo-Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p.985-1002, 2003.

ARGANT, J. Climat et environnement au Quaternaire dans le Bassin du Rhône d'après les données palynologiques, **Document Laboratoire Géologique de Lyon**, Lyon, n.111, p.199, 1990.

BAMBORF, M.K. ; ALBERT, R.M. ; CABANES, D. Plio–Pleistocene macroplant fossil remains and phytoliths from Lowermost Bed II in the eastern palaeolake margin of Olduvai Gorge, Tanzania. **Quaternary International**, Oxford, v.148, n.1, p. 95-112, 2006.

BARBERI, M. **Mudanças paleoambientais na região dos cerrados do Planalto Central durante o Quaternário Tardio: o estudo da Lagoa Bonita, DF**. 2001. 210p. Tese (Doutorado na área de Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 2001

BARBONI, D.; BONNEFILLE, R.; ALEXANDRE, A.; MEUNIER, J. D. Phytoliths as paleoenvironmental indicators, West Side Middle Awash Valley, Ethiopia. **Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology**, Amsterdam, v. 152, p. 87–100, 1999.

BARBONI, D.; BREMOND, L.; BONNEFILLE, D. Comparative study of modern phytolith assemblages from inter-tropical Africa. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v. 246, p. 454–470, 2007.

BARTOLI, F.; WILDING, L.P. Dissolution of biogenic opal as a function of its physical and chemical properties, **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v.44, p. 873–878, 1980

BARROS, M. A. ; BARTH, O. M.; MELLO, C. L.; MOURA, J. R. S.; PEIXOTO, M. N. O. História recente da vegetação e uso da terra no médio vale do Rio Paraíba do Sul. **Leandra**, Rio de Janeiro, v. 15, p.47-57, 2000.

BEHLING, H. Investigations into the Late Plesitocene and Holocene history of vegetation and climate in Santa Catarina (S Brazil). **Vegetation History and Archeobotany**, Berlin, v.4, p. 127-152, 1995.

_____. Late Quaternary vegetation, climate and fire history from the Tropical mountain region of Morro de Itapeva, SE Brazil.. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v. 129, p. 407-422, 1997a.

_____. Late Quaternary vegetation, climate and fire history of the Araucaria forest and campos region from Serra Campos Gerais, Parana State (South Brazil). **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v.97, p.109-121, 1997b.

_____. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. In.: **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v.177, p. 19-27, 2002.

BEHLING, H.; LICHTÉ, M. Evidence of dry and cold climatic conditions at glacial times in tropical Southeastern Brazil.. **Quaternary Research**, San Diego, v.48, n.3, p. 348-358, 1997.

BEHLING, H.; PILLAR, V. D.; ORLÓCI, L.; BAUERMANN, S.G. Late Quaternary Araucaria forest, grassland (Campos), fire and climate dynamics, studied by high-resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambará do Sul core in southern Brazil. **Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology**, Amsterdam, v.203, p. 277-297, 2004.

BERGER, A. Orbital variations. In: **Encyclopedia of Climate and Weather**. Edited by SCHNEIDER, S. New York: Oxford University Press, p. 557-564, 1996.

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

BLINNIKOV, M. S, BUSACCA , A., WHITLOCK, C. Reconstruction of the Late Pleistocene Columbia basin grassland, Washington, USA, based on phytolith records in loess. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v.177, p. 77-101, 2002.

BLINNIKOV, M.S. Phytoliths in plants and soils of the interior Pacific Northwest, USA. **Review of Paleobotany and Palynology**, Amsterdam, v.135, p.71-98,2005

BORBA-ROSCHÉL, M.; ALEXANDRE, A.; VARAJAO, A.F.D.C.; MEUNIER, J.D.; VARAJAO, C.A.C.; COLIN, F. Phytoliths as indicators of pedogenesis and paleoenvironmental changes in Brazilian cerrado. **Journal of Geochemical Exploration**, Amsterdam, v. 88, n.1/3, p. 172-176, 2006.

BOUTTON, T.W. Stable carbon isotope ratios of soil organic matter and their use as indicators of vegetation and climate change. In: BOUTTON, T.W. ; YAMASAKI, SI. (Ed). **Mass spectrometry of soils**. New York: Marcel Dekker, 1996, p.47-82.

BREMOND, L.; ALEXANDRE, A.; HÉLY, C.; GUIOT, J. A phytolith index as a proxy of tree cover density in tropical areas: calibration with Leaf Area Index along a forest–savanna transect in southern Cameroon, **Global and Planetary Change**, Amsterdam, v. 45, n.4, p. 277–293, 2005.

CARNELLI, A. Long term dynamics of the vegetation at the subalpine-alpine ecocline during the Holocene: comparative study in the Aletsch region, Val d'Arpette, and Furka Pass (Valai, Switzerland). **Terre & Environnement**, Suisse, v.40 , 2002. 349p

COLINVAUX, P. A.; DE OLIVEIRA, P. E. Paleoecology and climate of the Amazon basin during the last glacial cycle. **Journal of Quaternary Science**, Chichester, v.15, p. 347-356, 2000

_____. Amazon plant diversity and climate through the Cenozoic. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v. 166, p.51-63, 2001.

COLINVAUX, P. A. ; DE OLIVEIRA, P. E.; BUSH, M. Amazonian and neotropical plant communities on glacial time-scales: the failure of aridity and refuge hypotheses. **Quaternary Science Reviews**, Oxford, v.19, p. 141-169, 2000.

DE OLIVEIRA, P. E. **A Palynological Record of Late Quaternary Vegetation and Climatic Change in Southeastern Brazil**. 1992. 238p. PhD (Dissertation) Ohio State University, Columbus, 1992.

DE OLIVEIRA, P. E.; BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K. Late Pleistocene/Holocene climatic and vegetational history of the Brazilian caatinga: the fossil dunes of the middle São Francisco River. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v. 152, p. 319-337, 1999.

DIESTER-HAAS, L., SCHRADER, H.J., THIEDE, J Sedimentological and paleoclimatological investigations of two pelagic ooze cores off Cape barbas, North-West Africa, **Meteor Forschungsergebnisse**, Berlin, v. **16**, p. 19-66, 1973.

DELHON, ALEXANDRE, A.; BERGER, J.-F. THIÉBAULT, S.; BROCHIER AND , J.-L.; MEUNIER, J.-D. Phytolith assemblages as a promising tool for reconstructing Mediterranean Holocene vegetation, **Quaternary Research**, San Diego, v. 59, n.1, p. 48–60, 2003.

EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS. 212. 1997. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2. Ed.** Brasília: Embrapa Produção de Informação; RJ: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FERRAZ-VICENTINO, K. R.; SALGADO-LABORIAU, M.L Palynological analysis of a palm swamp in Central Brazil. **Journal of South America Earth Science**, Oxford, v. 9, n.3/4, p. 207-219, 1996.

FREDLUND G. G.; TIESZEN, L. L. Phytolith and carbon isotope evidence for late Quaternary vegetation and climate change in the southern Black Hills, South Dakota, **Quaternary Research**. San Diego, v.47, p. 206–217, 1997.

FREDLUND, G. G.; TIESZEN, L. L. Modern phytolith assemblages from the North American Great Plains, **Journal of Biogeographic**, Oxford, v.21, p. 321–335, 1994.

FREITAS, H. A.; PESSEDA, L. C. R.; ARAVENA, R.; GOUVEIA, S.E.M.; RIBEIRO, A. S.; BOULET, R. Late Quaternary vegetation dynamic in the Southern Amazon Basin, inferred from carbon isotopes in soil organic matter. **Quaternary Research**, San Diego, v. 55, p.39-46, 2001.

GOUVEIA, S. E. M.; PESSEDA, L. C. R.; ARAVENA, R.; BOULET, R.; ROVERATTI, R.; GOMES, B.M. Dinâmica das vegetações durante o Quaternário Recente no sul do Amazonas indicada pelo isótopos do carbono (^{12}C , ^{13}C , ^{14}C) do solo. **Geochimica Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 11, n.3, p. 355-367, 1997.

GOUVEIA, S. E. M ; PESSEDA, L. C. R. Datação da fração humina da matéria orgânica do solo e sua comparação com idades ^{14}C de carvões fósseis. **Química Nova**, São Paulo, v.22, n.6, p. 810-814, 1999.

GOUVEIA, S. E. M. ; PESSEDA, L. C. R.; BOULET, R.; ARAVENA, R.; SCHEEL-YBERT, R. Isótopos do carbono dos carvões e da matéria orgânica do solo em estudos de mudanças de vegetação e clima no Quaternário e da taxa de formação de solos do estado de São Paulo. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro.v. 71, n.4-II, p. 969-980, 1999.

GOUVEIA, S. E. M. ; PESSEDA, L. C. R.; ARAVENA, R.; BOULET, R.; SCHEEL-YBERT, R.; BENDASSOLI, J. A.; RIBEIRO, A. S.; FREITAS, H. A. Carbon isotopes in charcoal and soils in studies of paleovegetation na climate changes during the late Pleistocene and the Holecene in the southeast and centerwest regions of Brazil. **Global and Planetary Change**, Amsterdam, v. 33, n.1/2, p.95-106, 2002.

JACKSON, M. L. **Soil chemical analysis – Advanced course**. Madison: Published by the author, Department of Soil Science, University of Wisconsin, 1956. 894p.

JONES, J. B.; SEGNET, R. Water in sphere-type opal. **Mineralogical Magazine**, London, v.37, p.357-361, 1969.

KAMPF, N.; KLAMT, E. Mineralogia e Gênese de Latossolos (Oxisols) e Solos Podzólicos da Região Nordeste do Planalto Sul-Riograndense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 2, p.68-73, 1978.

KONDO, R., IWASA, Y. Biogenic opals of humic yellow latosols and yellow latosols in the Amazon region. **Research Bulletin Obihiro University**, Obihiro, v.12, p. 231–239, 1981.

KING, L. A geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, v.18, n.2, p.147-236, 1956.

LABORIAU, L.G.; SENDULSKY, T. Corpos silicosos de gramíneas dos cerrados. **Academia Brasileira de Ciência do Solo**, Rio de Janeiro, v.38, p.159-170, 1966.

LEDRU, M. P. Modifications de la végétation du Brasil Central entre la dernière époque glaciaire et l'interglaciaire acutel. **Compt Rendus Academie de Science, série II**, Paris, v. 314, p.117-123, 1992a.

_____. Late Quaternary environmental and climatic changes in Central Brazil. **Quaternary Research**, San Diego, v.39, p.90-98, 1993.

LEDRU, M-P.; CORDEIRO, R. C.; DOMINGUES, J. M. L.; MARTIN, L. MOURGUIART, P.; SIFEDDINE, A.; TURCQ, B. Late-glacial cooling in Amazônia inferred from Pólen at Lagoa do Caçó, Northern Brazil. **Quaternary Research**, San Diego, v. 25, p.47-56, 2001.

LEDRU, M-P.; MOURGUIART, P.; CECCANTINI, G. TURCQ, B. ; SIFEDDINE, A. Tropical climates in the game of two hemispheres revealed by abrupt climatic change. **Geology**, New York, v.30, n.3, p.275-278, 2002.

LIVINGSTONE, D. A.; CLAYTON, W. D. An altitudinal cline in tropical African grass floras and its paleoecological significance. **Quaternary Research**, San Diego, v.13, p. 392–402, 1980.

MADELLA, M. The analysis of phytoliths from Mumbwa Cave, in **The Middle Stone Age of Zambia**, ed. BARHAM, L. Exeter: Swales e Willis, p. 73-80, 2001.

_____. Phytoliths: a terrestrial botanical dataset for palaeoenvironmental reconstructions. **Geophysical Research Abstracts**, Katlenburg-Lindau, v. 9, 2007.

MADELLA, M.; POWERS-JONES A. H.; JONES, M. K. A Simple Method of Extraction of Opal Phytoliths from Sediments Using a Non-Toxic Heavy Liquid. **Journal of Archeological Science**, New York, v.25, p.801–803, 1998.

MADELLA MADELLA, M.; ALEXANDRE, A.; BALL, T. International Code for Phytolith Nomenclature 1.0. **Annals of Botany**, Oxford, v. 96, n.2, p. 253–260, 2005

MADELLA, M.; JONES, M. K.; ECHLIN, P.; POWERS-JONES, A.; MOORE, M. Plant water availability and analytical microscopy of phytoliths: Implications for ancient irrigation in arid zones, **Quaternary International**, Oxford. doi:10.1016/j.quaint.2007.06.012, 2007. Acesso em: 10 mai 2007.

MARTINELLI, L. A.; PESSENDA, L. C. R.; ESPINOZA, E.; CAMARGO, P. B.; TELLES, E. C.; CERRI, C. C.; VICTORIA, R. L.; ARAVENA, R.; RICHEY, J.; TRUMBORE, S. Carbon-13 variation with depth in soils of Brazil and climatic change during Quaternary. **Oecologia**, Berlin, v.106, p.376-381, 1996.

MELO, M. S.; GIANNINI, P.C.F.; PESSENDA, L.C. R. Gênese e evolução da Lagoa Dourada, Ponta Grossa, PR. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v.21, n.1/2, p.17-31, 2000.

MELO, M. S., GIANNINI, P. C. F., PESSEDA, L. C. R., BRANDT NETO, M. Holocene paleoclimatic reconstruction based on the Lagoa Dourada deposits, southern Brazil. **Geologica Acta**, Barcelona. v.1, n.3, p.289-302, 2003.

MIKLÓS, A. A. W. **Byodinamique d'une couverture pedologique dans la région de Botucatu, Brésil**. 1992. 438p. (Tese de Doutorado) Paris, Université Paris. Paris, 1992.

MONTTI, L.; HONAINÉ, M. F.; OSTERRIETH, M.; RIBEIRO, D. G. Phytolith analysis of *Chusquea ramosissima* Lindm. (Poaceae: Bambusoideae) and associated soils. **Quaternary International** Oxford. (in press).

MOORE, P. D.; WEBB, J. A.; COLLINSON, M. E. **Pollen Analysis**. 2nd ed. Oxford-Blackwell: Scientific Publications 1991. 216p.

MULHOLLAND, S.C. Phytolith shape frequencies in North Dakota grasses: a comparison to general patterns, **Journal of Archeological Science**, New York, v.16, p.489–511, 1989.

MULHOLLAND, S. C.; RAPP JR. G. **Phytolith Systematics. Emerging Issues, Advances in Archeological and Museum Science**. v.1, New York: Plenum Press, 1992. 350p.

NADELHOFFER, K. J.; FRY, B., 1994. Nitrogen isotope studies in forest ecosystems. In: LAJTHA, K.; MICHENER, R.H. (Ed.). **Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science**, London: Blackwell Scientific, 1994. p. 22-44

OLIVEIRA, P. E.; BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K. Late Pleistocene/Holocene climatic and vegetational history of the Brazilian caatinga: the fossil dunes of the middle São Francisco River. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v.152, p. 319–37, 1999.

PARR, J. F. Effect of fire on Phytolith Coloration. **Geoarchaeology: An International Journal**, Chichester, v.21, n. 2, p.171-185, 2006.

PARR, J., WATSON, L. Morphological characteristics observed in the leaf phytoliths of selected Gymnosperms of eastern Australia. In: MADELLA, M. & ZURRO, D. **Plants, People and Places- recent studies in phytoliths analysis**. Oxbow Books. 2007. 272p.

PARTON, W. J.; SCHIMEL, D. S.; COLE, C. V.; OJIMA, D. S. Analysis of factors controlling soil organic matter levels in Great Plains grasslands. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.51, p.1173–1179, 1987.

PESSEDA, L. C. R.; CAMARGO, P. B. Datação radiocarbônica de amostras de interesse arqueológico e geológico por espectrometria de cintilação líquida de baixa radiação de fundo. **Química Nova**, São Paulo, v.14, n.2, p.98-103, 1991.

- PESSENDA, L. C. R.; ARAVENA, R.; MELFI, A. J.; TELLES, E. C. C.; BOULET, R. VALENCIA, E. P. E; TOMAZELLO, M. The use of carbon isotopes (C-13, C-14) in soil to evaluate vegetation changes during the Holocene in Central Brazil. **Radiocarbon**, New Haven, v.38, n.2, p. 191-201. 1996.
- PESSENDA, L. C. R.; VALENCIA, E. P. E.; ARAVENA, R.; TELLES, E. C. C.; BOULET, R. Paleoclimatic studies in Brazil using carbon isotopes in soils.. In: WASSERMAN, J.C.; SILVA FILHO, E.V.; VILLAS-BOAS, R. **Environmental Geochemistry in the Tropics**. 1 ed. Berlin: Springer Verlag, 1998a, p. 7-16.
- PESSENDA, L. C. R.; GOUVEIA, S. E. M.; ARAVENA, R.; GOMES, B. M.; BOULET, R.; RIBEIRO, A. S. Radiocarbon dating and stable carbon isotopes of soil organic matter in forest-savanna boundary areas in the southern Brazilian Amazon forest. **Radiocarbon**, New Haven, v.40, n.2, p.1013-1022, 1998b.
- PESSENDA, L. C. R.; RIBEIROS, A. S.; GOUVEIA, S. E. M.; BENDASSOLI, J. A.; BOULET, R.; PELLEGRINOTTI, T. C.; SILVA, V.F. Dynamics of forest-savanna ecotone from Late Pleistocene in the Barreirinhas region, state of Maranhão, northeastern Brazil, using of carbon isotopes of soil organic matter. In: **International Conference on Isotopes**, 4. Cape Town: NECSA, 2002a. p.48.
- PESSENDA, L. C. R.; RIBEIROS, A. S.; GOUVEIA, S. E. M.; BENDASSOLI, J. A.; BOULET, R.; ARAVENA, R.; PELLEGRINOTTI, T. C. Isótopos do carbono de solos de Pernambuco e a reconstrução paleoambiental (vegetação e clima) de regiões da mata Atlântica, brejo do semi-árido e caatinga no Quaternário tardio. In: CONGRESSO BRASILEIRO De GEOLOGIA, 16, João Pessoa. **Anais...**João Pessoa: SBG. 2002b.p.502
- PESSENDA, L. C.; RIBEIRO, A. S.; GOUVEIA, S. E. M.; ARAVENA, R.; BOULET, R.; BENDASSOLLI, J. A. Vegetation dynamics during the late Pleistocene in the Barreirinhas region, Maranhão State, northeastern Brazil, based on carbon isotopes in soil organic matter. **Quaternary Research**, San Diego , v.62, p.183-193, 2004.
- PESSENDA, L. C. R. ; GOUVEIA, S.E.M. ; FREITAS, H. A. ; RIBEIRO, A. S ; ARAVENA, R ; BENDASSOLI, J A ; LEDRU, M P ; SCHEELYBERT, R. Isótopos do carbono e suas aplicações em estudos paleoambientais. In: De OLIVEIRA, P.; SUGUIO, K.; GOUVEIA, C. (Org.). **O Quaternário no Brasil**. São Paulo: Holos, 2005a, p.75-93.
- PESSENDA, L. C. R.; LEDRU, M. P.; GOUVEIA, S. E. M.; ARAVENA, R.; RIBEIRO, A. S.; BENDASSOLLI, J. A.; BOULET, R. Holocene palaeoenvironmental reconstruction in northeastern Brazil inferred from pollen, charcoal and carbon isotope records. **The Holocene**, Oxford, v.15, n.6, p.814-822, 2005b.
- PIPERNO, D.R.; BECKER, P. Vegetational history of a site in the central Amazon Basin derived from phytolith and charcoal records from natural soils. **Quaternary Research**. San Diego, v.45, p.202–209, 1996.

PIPERNO, D. R. **Phytoliths: A Comprehensive Guide for Archaeologists and Paleoecologists**. Lanham MD, AltaMira Press 2006. 238p.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. **Folhas SF23/24, Rio de Janeiro/Vitória: Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso Potência da Terra** . Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1983d. 780p. (Levantamento dos Recursos Naturais, 32).

ROMARIZ, D. de A. **Aspectos da vegetação do Brasil**. IBGE. Dept. oc. Div. Geografia e Cartografia. Rio de Janeiro. 2ª Edição. 1996.60p.

ROVNER, I. Potential of opal Phytoliths for Use in Palaeoecological Reconstruction, **Quaternary Research**, San Diego, v. 1, n.3, p.345-359, 1971.

ROVNER, I. Plant opal phytolith analysis: major advances in archaeobotanical research. In SCHIFFER, M. (Ed.). **Advances in Archeological Method and Theory** , New York, v.6, p. 225-266, 1983.

RUNGE, F. The opal phytolith inventory of soil in central Africa – quantities, shapes, classification, and spectra. **Review of Palaeobotany and Palynology**, Amsterdam, v.107, p.23–53, 1999.

SAADI, A. A geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e de suas margens. **Revista Geonomos**, Belo Horizontev. 3, n. 1, p. 41-63, 1995.

SAIA, S. E. M. G.; PESSEDA, L. C. R.; GOUVEIA, S. E. M.; ARAVENA, R.; BENDASSOLLI, J. A. Last glacial maximum (LGM) vegetation changes in the Atlantic Forest, southeastern Brazil. **Quaternary International**, Oxford (2007), doi:10.1016/j.quaint.2007.06.029. Acesso em: 13 abril 2008.

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

SCHEEL-YBERT, R.; GOUVEIA, S. E. M.; PESSEDA, L. C. R.; ARAVENA, R.; COUTINHO, L. M.; BOULET, R. Holocene palaeoenvironmental evolution in the São Paulo State (Brazil) based on anthracology and soil $\delta^{13}\text{C}$ analysis. **The Holocene**, Oxford, v.13, n.1, p.73–81, 2003.

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

SILVA, S.T.; LABORIAU, L.G. Corpos silicosos de gramíneas dos cerrados III. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v 5, p.167-182, 1970.

SILVEIRA, E. **História Ecológica da Floresta de Araucária durante o Quaternário Tardio no setor Sul da Serra da Mantiqueira**: Análises sedimentológicas e palinológicas na região de Monte Verde (MG). 2006. 142p. Dissertação de Mestrado. (Geologia Sedimentar/Bioestratigrafia). Instituto de Geociência. Universidade de São Paulo, 2006.

STRÖMBERG, C.A.E. Using phytolith assemblages to reconstruct the origin and spread of grass-dominated habitats in the great plains of North America during the late Eocene to early Miocene. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v. 207, p.239–275, 2004.

STUIVER, M.; REIMER, P. ; BRAZIUNAS, T.F. Highprecision radiocarbon age calibration for terrestrial and marine samples. **Radiocarbon**, New Haven, v.40, p.1127-1151, 1998.

THORN, V.C. Phytolith evidence for C₄-dominated grassland since the early Holocene at Long Pocket, northeast Queensland, Australia. **Quaternary Research, San Diego**, v.61, p.168–180, 2004.

THORNBURY, W.C. **Principles of Geomorphology**. New York: Wiley, 1969. 594p
 TIESZEN, L. L.; HEIN, D.; QVORTRUP, S.; TROUGHTON, J.; IMBAMBA, S. Use of de ¹³C values to determine vegetation selectivity in East African herbivores. **Oecologia**, Berlin, v. 37, p.351-359, 1979.

TWISS, C.; SUESS, E.; SMITH, R. M. Morphological classification of grass phytoliths. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v.33, p.109–115, 1969.

TWISS, P. C. Grass-opal phytoliths as climatic indicators of the Great Plains Pleistocene. In: JOHNSON, W.C. **Quaternary Environments of Kansas**. Kansas Geology, Survey Guidebook, v.5, p.179-188, 1987.

TWISS, P. C. Predicted world distribution of C₃ and C₄ grass phytoliths. In RAPP, G. JR. and MULHOLLAND, S. C.: **Phytolith Systematics. Emerging Issues, Advances in Archeological and Museum Science**. Vol.1, Plenum Press, p.113 – 128, 1992.

TWISS, P. C. A cormudgeon's view of grass phytolithology. In: MEUNIER, J.D. and F. COLIN, F, Editors, **Phytoliths: Applications in earth sciences and human history**, Balkema, Amsterdam,. 2001. p.7-25.

VIDOTTO, E. **Reconstrução paleoambiental (vegetação e clima) no Parque Estadual da Ilha do Cardoso – SP durante o Quaternário tardio**. 2008. 210p. Tese (Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

WILDING, L.P., SMECK, N.E.; DREES, L.R. Silica in soils: quartz, cristobalite, tridymite and opal. In: DIXON, J.B.; WEED, S.B. **Mineral in soil environments**. Madison, Soil Science Society of America, 1977. p.471-542.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Descrição Morfológica, Análises Físicas e Químicas de Caracterização e Classificação dos Solos

PERFIL 01

CLASSIFICAÇÃO (SIBCS, 2006): Latossolo Amarelo Eutrófico típico A húmico textura média fase floresta tropical subperenefólia relevo plano.

LOCALIZAÇÃO: Município de Piracicaba – Estrada do Godinho - Fazenda Santa Julia – Usina COSAN (ao lado do tanque de vinhaça). 75 04457 N, 22991 E (Fuso 23)/22°34'36.44"Lat. S; 47°38'13.40"Long. W

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Perfil coletado em trincheira no topo de elevação com declive inferior a 3%.

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Arenito Fm. Pirambóia. Carbonífero-Permiano

MATERIAL DE ORIGEM: alteração do Arenito.

RELEVO LOCAL: Plano (<3%), vertentes longas e convexas.

RELEVO REGIONAL: Ondulado (>8%) a suave ondulado (<8%).

DRENAGEM: Acentuadamente drenado.

EROSÃO: Laminar ligeira.

CONTATO LÍTICO: Ausente.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

CLIMA: Cwa, classificação de Köppen. Subtropical com estações definidas (chuvas concentradas no verão)

VEGETAÇÃO: Floresta tropical subperenefólia.

USO ATUAL: Cana de açúcar.

DESCRITO E COLETADO: Flávio Adriano Marques e Márcia Regina Calegari.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap	0-8 cm	bruno escuro (7,5YR 3/2, úmida); bruno (7,5YR 4/3, seca); franco-argiloarenosa; fraca pequena, média a grande em blocos subangulares e granular; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
A2	8-34 cm	bruno escuro (7,5YR 3/2, úmida); bruno (7,5YR 4/3, seca); franco-argiloarenosa; maciça coesa; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
A3	34-58 cm	bruno (7,5YR 4/3, úmida); bruno (7,5YR 4/4, seca); franco-argiloarenosa; maciça coesa; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
A4	58-92 cm	bruno (7,5YR 4/3, úmida) bruno (7,5YR 4/3, seca); franco-argiloarenosa; moderada grande blocos subangulares que se desfaz em microagregados; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.
AB	92-136 cm	bruno (7,5YR 4/3, úmida); franco-argiloarenosa; moderada grande blocos subangulares que se desfaz em microagregados; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.
BA	136-170 cm	bruno (7,5YR 4/3, úmida); franco-argiloarenosa; fraca grande blocos subangulares que se desfaz em microagregados; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.
Bw	170-210 cm+	bruno (7,5YR 4/3, úmida); franco-argiloarenosa; fraca grande blocos subangulares que se desfaz em microagregados; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

OBSERVAÇÕES:

- Perfil descrito e coletado úmido;
- Horizonte Ap compactado entre 8 e 60 cm de profundidade;
- Presença de fragmentos milimétricos a centimétricos de carvão distribuídos aleatória e espaçadamente ao longo do perfil e abaixo dos 80 cm; Linhas de fragmentos de carvão médios e grandes entre 65 e 80 cm e outra a 100 cm;

Coletados anéis volumétricos de todos os horizontes descritos; Manchas avermelhadas nos horizontes A (?).

RAÍZES

- Finas e médias, poucas, fasciculadas no Ap, A2 e A3; e finas e médias, fasciculadas e poucas até 200 cm.

Perfil 1 - Latossolo Amarelo Eutrófico típico A húmico textura média fase floresta tropical subperene-fólia relevo plano.

Horizontes	Frações da amostra total (%)	Composição granulométrica da terra fina (g. kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)				
		Calhaus > 20mm	Cascalho 20-2mm	TFSA <2mm	Areia grossa 2-0,2 mm		Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002 mm	Argila <0,002 mm	Ds	Dp
Ap	0-8	0	0	100	273,8	436,2	76,8	213,1	0,36	1,74	2,43
A2	8-34	0	0	100	252,2	455,9	52,0	240,0	0,22	1,69	2,46
A3	34-58	0	0	100	237,2	441,9	60,9	260,0	0,23	1,70	2,52
A4	58-92	0	0	100	261,3	432,2	56,5	250,0	0,23	1,34	2,53
AB	92-136	0	0	100	244,8	456,5	38,8	260,0	0,15	1,32	2,52
BA	136-170	0	0	100	232,8	460,9	46,3	260,0	0,18	1,38	2,59
Bw	170-210+	0	0	100	280,4	438,4	41,2	240,0	0,17	1,42	2,60

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)							Valor V (%)	Valor m (%)	
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺			Valor T
Ap	6,4	6,1	4,73	1,42	2,837	0,070	9,06	0,05	0,72	9,83	92	1
A2	6,3	5,5	2,94	0,82	1,352	0,030	5,14	0,04	1,48	6,66	77	1
A3	6,3	5,2	2,07	0,58	1,096	0,030	3,77	0,08	1,96	5,81	65	2
A4	6,4	5,1	1,79	0,50	0,789	0,020	3,10	0,06	1,58	4,74	65	2
AB	6,1	4,7	1,08	0,36	0,584	0,020	2,05	0,29	1,81	4,15	49	12
BA	5,7	4,6	0,95	0,30	0,584	0,020	1,84	0,42	1,64	3,90	47	19
Bw	5,5	4,5	0,51	0,33	0,533	0,020	1,40	0,32	1,05	2,77	50	19

Horizontes	Carbono		N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					SiO ₂ Al ₂ O ₃ (Ki)	SiO ₂ R ₂ O ₃ (Kr)	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃
	Orgânico	Total			N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂			
Ap	19,6	26,5	2,1	13								
A2	19,1	20,2	1,5	14								
A3	10,5	15,4	0,9	18								
A4	12,1	12,7	0,7	19	11,2	8,04	2,84	0,25	0,01	2,37	1,93	
AB	8,7	11,3	0,6	19								
BA	9,6	11,2	0,5	24								
Bw	6,0	7,8	0,4	22	9,1	9,25	3,20	0,27	0,01	1,67	1,37	

PERFIL 02

CLASSIFICAÇÃO (SIBCS, 2006): Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico húmico textura média fase floresta tropical subperene-fólia relevo plano.

LOCALIZAÇÃO: Município de Piracicaba – Estrada do Godinho - Fazenda Santa Julia – COSAN (próximo à lagoa) 75 00705 N, 228953 E (Fuso 23)/ 22°33'44.5"Lat. Sul; 47°38'04.94"Long. W.

SITUAÇÃO NA PAISAGEM :Perfil coletado em trincheira no topo de elevação com declive inferior a 3%.

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Arenito Fm. Pirambóia. Carbonífero-Permiano.

MATERIAL DE ORIGEM: Arenito.

RELEVO LOCAL: Plano (<3%), vertentes longas e convexas.

RELEVO REGIONAL: Ondulado (>8%) a suave ondulado (<8%).

DRENAGEM: Acentuadamente drenado.

EROSÃO: Laminar – ligeira.

CONTATO LÍTICO: Ausente.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

CLIMA: Cwa, classificação de Köppen. Subtropical com estações definidas (chuvas concentradas no verão)

VEGETAÇÃO: Floresta tropical subperene-fólia.

USO ATUAL: Cana de açúcar.

DESCRITO E COLETADO: Flávio Adriano Marques e Márcia Regina Calegari.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap	0-10 cm	cinzento muito escuro (5YR 3/1, úmida); bruno-avermelhado escuro (5YR 3/2, seca); franco-argiloarenosa; fraca média a grande granular; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
A2	10-37 cm	cinzento muito escuro (5YR 3/1, úmida); cinzento-avermelhado escuro (5YR 4/2, seca); franco-argiloarenosa; maciça; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica a plástica e ligeiramente pegajosa a pegajosa; transição clara e plana.
A3	37-78 cm	cinzento-avermelhado escuro (5YR 4/2, úmida); franco-argiloarenosa; moderada grande blocos subangulares; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
AB	78-120 cm	bruno-avermelhado (5YR 4/3, úmida); franco-argiloarenosa; moderada grande blocos subangulares; macia, muito friável, ligeiramente plástica a plástica e ligeiramente pegajosa a pegajosa; transição gradual e plana.
BA	120-170 cm	bruno-avermelhado (5YR 4/3, úmida); franco-argiloarenosa; fraca grande em blocos subangulares que se desfazem em microagregados; macia, muito friável, plástica e pegajosa; transição difusa e plana.
Bw1	170-214 cm	vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmida); franco-argiloarenosa; fraca grande em blocos subangulares que se desfazem em microagregados; macia, muito friável, plástica e pegajosa; transição difusa e plana.
Bw2	214-230 cm+	vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmida); franco-argiloarenosa; fraca grande em blocos subangulares que se desfazem em microagregados; macia, muito friável, plástica e pegajosa.

OBSERVAÇÕES:

- Horizonte Ap compactado entre 20 e 50 cm de profundidade.
- Presença de fragmentos milimétricos a centimétricos de carvão distribuídos aleatória e espaçadamente ao longo do perfil (40 a 220 cm).
- Linha de fragmentos de carvão pequenos e médios a 100-110 cm de profundidade alinhados horizontalmente.
- Linhas de fragmentos de carvão médios e grandes entre 100 e 110 cm.
- Coletados anéis volumétricos de todos os horizontes descritos.

RAÍZES

- Finas e médias, comuns e fasciculadas no Ap, A2 e A3(AB1) e, finas e médias, poucas e fasciculadas até 230 cm.

Perfil 2- Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico húmico textura média fase floresta tropical subperenefólia relevo plano.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20mm	Cascalho 20-2mm	TFSA <2mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002 mm	Argila <0,002 mm		Ds	Dp
Ap	0-10	0	0	100	291,0	406,1	82,9	220,0	0,38	1,39	2,65
A2	10-37	0	0	100	320,9	387,3	81,8	210,0	0,39	1,54	2,64
A3	37-78	0	0	100	270,4	396,3	63,3	270,0	0,23	1,40	2,57
AB	78-120	0	0	100	274,9	383,1	62,0	280,0	0,22	1,45	2,63
BA	120-170	0	0	100	242,9	433,2	43,9	280,0	0,16	1,30	2,65
Bw1	170-214	0	0	100	260,3	380,2	69,5	290,0	0,24	1,22	2,63
Bw2	214-230+	0	0	100	254,5	396,0	59,5	290,0	0,21	1,46	2,65

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)							Valor V	Valor m	
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	(%)	(%)
Ap	5,9	5,2	2,61	0,82	0,635	0,030	4,09	0,08	1,43	5,60	73	2
A2	6,0	5,0	2,44	0,66	0,942	0,030	4,07	0,11	1,61	5,79	70	3
A3	5,9	4,7	1,50	0,39	0,891	0,030	2,81	0,17	1,61	4,59	61	6
AB	5,6	4,6	1,32	0,37	1,096	0,030	2,81	0,27	1,39	4,47	63	9
BA	4,6	4,2	0,32	0,21	0,686	0,030	1,25	1,27	0,88	3,40	37	50
Bw1	4,5	4,1	0,36	0,15	0,584	0,020	1,11	0,94	0,47	2,52	44	46
Bw2	4,5	4,1	0,34	0,12	0,277	0,020	0,75	1,07	0,29	2,11	36	59

Horizontes	C		N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					SiO ₂ Al ₂ O ₃	SiO ₂ R ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃
	Orgânico (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)			N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	(Ki)	(Kr)
Ap	16,2	20,7	1,6	13								
A2	19,6	24,5	1,7	15								
A3	12,7	12,8	0,8	16								
AB	9,8	10,3	0,6	18	7,2	9,62	1,98	0,28	0,01	1,27	1,12	
BA	8,6	8,3	0,4	21								
Bw1	4,5	5,3	0,3	16								
Bw2	4,1	5,2	0,3	21	9,7	11,25	2,32	0,31	0,01	1,47	1,29	

PERFIL 03

CLASSIFICAÇÃO (SIBCS, 2006): Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico textura argilosa fase floresta tropical perene-fólia relevo ondulado.

LOCALIZAÇÃO: Município de Machado (MG). 76 07974 N, 402729 E (Fuso 23 K)/ 21°38'04.26"Lat. Sul; 45°56'22.37"Long. W.

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Perfil coletado em trincheira no terço superior de elevação com declive próxima a 20%.

ALTITUDE: 1.155m (GPS).

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Complexo Guaxupé. Arqueano.

MATERIAL DE ORIGEM: Gnaisses e Granulitos.

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Forte ondulado a montanhoso.

DRENAGEM: Acentuadamente drenado.

EROSÃO: Laminar ligeira.

CONTATO LÍTICO: Ausente.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

LENÇOL FREÁTICO: Ausente.

CLIMA: Cwb segundo classificação de Köppen (subtropical moderado úmido). Regimes hídrico e térmico do solo são, respectivamente, údico e isotérmico.

VEGETAÇÃO: Floresta tropical perene-fólia ou subperene-fólia. (Área de tensão ecológica, transição entre floresta e cerrado).

USO ATUAL: Vegetação nativa (candeão, pau-jacaré, araucárias e palmáceas).

DESCRITO E COLETADO: Flávio Adriano Marques e Márcia Regina Calegari.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A	0-10 cm	bruno-avermelhado escuro (5YR 3/2, úmida); bruno-avermelhado escuro (7,5YR 3/4, seca); argila; fraca pequena granular; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e plana.
A2	10-60 cm	bruno-avermelhado escuro (5YR 2,5/2, úmida); bruno-avermelhado escuro (7,5YR 3/3, seca); argila; moderada muito pequena a pequena granular; ligeiramente dura a macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.
A3	60-85 cm	bruno-avermelhado escuro (5YR 2,5/2, úmida); bruno-avermelhado escuro (7,5YR 3/3, seca); argila; moderada média blocos subangulares e angulares; macia, muito friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.
AB	85-120 cm	bruno-avermelhado escuro (5YR 2,5/2, úmida) bruno-avermelhado escuro (7,5YR 3/2, seca); argila; moderada grande blocos subangulares e angulares; macia, friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.
BA	120-140 cm	bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmida); argila; moderada grande blocos subangulares que se desfaz em microagregados; macia, friável, plástica e pegajosa; transição clara e plana.
Bw1	140-170 cm	Vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmida); muito argilosa; fraca grande blocos subangulares que se desfaz em microagregados; ligeiramente dura, muito friável, plástica e pegajosa; transição difusa e plana.
Bw2	170-200 cm	Vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmida); muito argilosa; fraca grande blocos subangulares que se desfaz em microagregados; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa.

OBSERVAÇÕES:

- Carvão concentrado pontualmente nos 10-20 cm de profundidade (vestígios de fogueira).
- Canais verticais com aproximadamente 2 cm de diâmetro preenchidos com material avermelhado no horizonte AB. (pedotúbulos)
- Zona ligeiramente compactada aos 100 cm de profundidade (possível efeito da estrada).
- Presença de fragmentos milimétricos de carvão distribuídos aleatória ao longo do perfil, Manchas avermelhadas pequenas nos horizontes A.

- Coletados anéis volumétricos, material para caracterização, análise de fitólitos, análise de matéria orgânica e amostras inderformadas (de todos os horizontes descritos).

RAÍZES: - Muitas no A e A2, comuns no A3, poucas no AB e BA e raras no Bw1 e Bw2. Muito finas, finas, médias e grossas.

Perfil 3 - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico textura argilosa fase floresta tropical perene-fólia relevo ondulado.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2mm	TFSA <2mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002 mm	Argila <0,002 mm		Ds	Dp
Ap	0-10	0	2	98	263,8	142,3	139,3	454,6	0,31	0,83	2,58
A2	10-60	0	1	99	152,8	172,8	176,0	498,4	0,35	0,83	2,54
A3	60-85	0	1	99	162,4	140,4	131,0	566,2	0,23	0,90	2,64
AB	85-120	0	1	99	164,4	120,0	176,0	539,6	0,33	0,96	2,63
BA	120-140	0	4	96	118,5	136,9	147,3	597,3	0,25	1,08	2,70
Bw1	140-170	0	3	97	106,6	134,1	135,8	623,5	0,22	1,06	2,77
Bw2	170-200+	0	3	97	111,9	150,5	87,9	649,7	0,14	1,00	2,77

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)								Valor V	Valor m
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	(%)	(%)
Ap	4,2	4,1	0,12	0,09	0,135	0,030	0,38	2,88	4,93	8,19	5	88
A2	4,7	4,3	0,04	0,03	0,033	0,030	0,13	2,43	5,49	8,05	2	95
A3	5,0	4,3	0,03	0,01	0,017	0,010	0,06	2,48	4,93	7,47	1	97
AB	5,0	4,3	0,03	0,01	0,012	0,010	0,06	2,19	4,64	6,89	1	97
BA	4,9	4,3	0,03	0,01	0,012	0,010	0,06	1,74	2,73	4,53	1	97
Bw1	5,5	4,3	0,03	0,01	0,012	0,010	0,06	1,17	1,83	3,06	2	95
Bw2	5,3	4,5	0,03	0,01	0,017	0,010	0,07	0,48	1,67	2,22	3	88

Horizontes	C		N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					SiO ₂ / Al ₂ O ₃	SiO ₂ / R ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃
	Orgânico (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)			N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	(Ki)	(Kr)
Ap	43,9	46,9	3,5	13								
A2	35,2	45,6	2,8	17								
A3	33,6	33,4	1,7	20								
AB	22,7	29,0	1,4	20	17,4	24,71	8,67	0,77	0,02	1,20	0,98	
BA	16,7	18,7	1,0	18								
Bw1	9,7	12,5	0,8	16								
Bw2	7,0	9,3	0,7	13	18,5	26,18	8,78	0,79	0,02	1,20	0,99	

PERFIL 04

CLASSIFICAÇÃO (SIBCS, 2006): Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico textura argilosa fase floresta tropical perene-fólia relevo ondulado.

LOCALIZAÇÃO: Município de Machado (MG), estrada para as torres de comunicação. Coord. UTM 7607218 N, 402968 E (Fuso 23 K)/21°38'08.54"Lat. Sul;45°56'15.62"Long. W.

SITUAÇÃO NA PAISAGEM :Perfil coletado num corte de estrada no topo de elevação com declive de 20%.

ALTITUDE: 1.148 m (GPS)

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Complexo Guaxupé. Arqueano.

MATERIAL DE ORIGEM: Gnaisses e Granulitos.

RELEVO LOCAL: Ondulado a forte ondulado

RELEVO REGIONAL: Forte ondulado a montanhoso.

DRENAGEM: Acentuadamente drenado.

EROSÃO: Laminar ligeira.

CONTATO LÍTICO: Ausente.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

LENÇOL FREÁTICO: Ausente.

CLIMA: Cwb segundo classificação de Köppen (subtropical moderado úmido). Regimes hídrico e térmico do solo são, respectivamente, údico e isotérmico.

VEGETAÇÃO: Floresta tropical perene-fólia ou subperene-fólia. (Área de tensão ecológica, transição entre floresta e cerrado).

USO ATUAL: Cultura do café. Pastagem (capim gordura, braquiárias).

DESCRITO E COLETADO: Flávio Adriano Marques e Márcia Regina Calegari.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap	0-20 cm	bruno avermelhado escuro (5YR 3/2, úmida); bruno (7,5YR 4/3, seca); argila; forte grande granular; macia, friável, ligeiramente plástica e não pegajosa; transição gradual e plana.
A2	20-40 cm	bruno avermelhado escuro (5YR 2,5/2, úmida); bruno (7,5YR 4/4, seca); muito argilosa; moderada média a grande blocos subangulares e granular; ligeiramente dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
A3	40-80 cm	bruno avermelhado escuro (5YR 3/2, úmida); bruno-escuro (7,5YR 3/4, seca); muito argilosa; moderada grande blocos subangulares; ligeiramente dura a dura, friável, plástica e pegajosa; transição difusa e plana.
AB	80-140 cm	bruno avermelhado escuro (5YR 3/2, úmida); bruno (5YR 4/4, seca); muito argilosa; moderada a forte grande blocos subangulares; ligeiramente dura a dura, friável, plástica e pegajosa; transição difusa e plana.
BA	140-160 cm	bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmida); muito argilosa; moderada grande em blocos subangulares; ligeiramente dura a dura, friável, plástica e pegajosa; transição clara e plana.
Bw1	160-205 cm	vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmida); muito argilosa; fraca grande em blocos subangulares que se desfazem em microagregados fortes e pequenos; macia a ligeiramente dura, muito friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.
Bw2	205-260 cm	vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmida); muito argilosa; fraca grande em blocos subangulares que se desfazem em microagregados fortes e pequenos; macia a ligeiramente dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa.

OBSERVAÇÕES:

- Atividade biológica intensa (térmitas) em todos os horizontes A, canais a 100 cm; Atividade biológica comum no BA e Bw1, canais preenchidos com material escuro no sentido vertical, principalmente no hor. Bw, AB e BA.

- Presença de fragmentos milimétricos de carvão distribuídos aleatória e espaçadamente ao longo do perfil, porém ausentes no B. Alinham-se fracamente no A2 e A3.

- Canais com diâmetro de 1,5 cm preenchidos com material de camadas sobrejacentes no BA (140-160 cm).
- Material mineral alterado (minerais primários) e manchas avermelhadas (vermelho-amarelas 5YR 5/6) ao longo do perfil.

RAÍZES

- Muitas no Ap, A2 e A3. Comuns no AB e BA, Poucas no Bw1 e raras no Bw2. Muito finas, finas e médias fasciculadas de Poaceae (Braquiárias).

Perfil 4- Classificação: Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico textura argilosa fase floresta tropical perene-folia relevo ondulado.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002 mm	Argila <0,002 mm		Ds	Dp
Ap	0-20	0	1	99	205,4	187,7	93,0	513,9	0,18	0,99	2,58
A2	20-40	1	0	100	159,2	133,0	103,4	604,4	0,17	0,97	2,58
A3	40-80	2	0	100	139,0	113,5	121,6	625,9	0,19	0,95	2,62
AB	80-140	3	1	99	150,1	122,2	81,1	646,6	0,13	1,02	2,64
BA	140-160	4	2	98	146,8	118,5	100,5	634,2	0,16	1,05	2,68
Bw1	160-205	5	3	97	131,8	118,2	75,1	674,9	0,11	0,97	2,68
Bw2	205-260+	6	3	97	110,8	108,0	104,5	676,8	0,15	1,03	2,71

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)								Valor V (%)	Valor m (%)
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T		
Ap	4,7	4,2	1,74	0,62	0,248	0,010	2,62	1,76	4,44	8,82	30	40
A2	4,9	4,2	0,21	0,07	0,104	0,010	0,40	2,80	4,03	7,23	5	88
A3	4,8	4,2	0,09	0,02	0,038	0,010	0,16	2,41	3,51	6,08	3	94
AB	4,9	4,2	0,06	0,02	0,017	0,010	0,11	2,07	2,81	4,99	2	95
BA	4,8	4,3	0,05	0,02	0,017	0,010	0,09	1,76	2,04	3,89	2	95
Bw1	4,8	4,3	0,05	0,01	0,017	0,020	0,10	0,97	1,75	2,82	3	91
Bw2	4,9	4,7	0,05	0,02	0,017	0,010	0,09	0,78	0,81	1,68	5	90

Horizontes	C		N (g kg ⁻¹)	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					SiO ₂ Al ₂ O ₃	SiO ₂ R ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃
	Orgânico (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)			N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	(Ki)	(Kr)
Ap	27,8	38,2	2,6	15								
A2	28,5	35,7	2,6	14								
A3	17,8	23,2	1,3	17								
AB	13,7	18,3	1,0	18	20,7	24,08	8,12	0,72	0,02	1,46	1,20	
BA	10,6	13,5	0,8	17								
Bw1	8,9	10,0	0,7	15								
Bw2	4,7	5,8	0,5	11	20,2	25,65	8,19	0,67	0,02	1,34	1,11	

PERFIL 05

CLASSIFICAÇÃO (SIBCS, 2006): Latossolo Amarelo Distrófico húmico (gigante) textura argilosa fase cerrado tropical subperenefólia relevo plano.

LOCALIZAÇÃO: Município de Campinas – Área do Aeroporto Internacional de Viracopos.

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Perfil coletado em trincheira no topo de elevação com declive inferior a 1%.

ALTITUDE: 660 m.

MATERIAL DE ORIGEM: Siltitos/ Formação Rio Claro

RELEVO LOCAL: Plano (1%).

RELEVO REGIONAL: Ondulado a suave ondulado.

DRENAGEM: Acentuadamente drenado.

EROSÃO: Não aparente.

CONTATO LÍTICO: Ausente.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

LENÇOL FREÁTICO: Ausente.

CLIMA: Cwa, classificação de Köppen. Subtropical com estações definidas (chuvas concentradas no verão)

VEGETAÇÃO: Cerrado tropical subperenefólio, com seleção de espécies.

USO ATUAL: Reserva de propriedade do Aeroporto Internacional de Viracopos.

DESCRITO E COLETADO: Flávio Adriano Marques e Márcia Regina Calegari.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap	0-15 cm	preto (7,5YR 2/1, úmida); argiloarenosa; forte muito pequena a grande grumosa; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
A2	15-40 cm	cizento muito escuro (7,5YR 3/1, úmida); argila; moderada grande blocos subangulares que se desfaz em blocos subangulares moderados pequenos; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
A3	40-70 cm	bruno-escuro (7,5YR 3/2, úmida); argila; moderada a fraca pequena média a grande blocos subangulares; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
A4	70-100 cm	bruno-escuro (7,5YR 3/2, úmida); argila; fraca grande blocos subangulares que se desfaz em microagregados muito pequenos; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
A5	100-150 cm	bruno-escuro (7,5YR 3/2, úmida); argila; fraca grande blocos subangulares que se desfaz em microagregados muito pequenos; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
AB	150-220 cm	bruno-escuro (7,5YR 3/3, úmida); argila; fraca grande blocos subangulares que se desfaz em microagregados muito pequenos; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.
BA	220-260 cm	bruno-escuro (7,5YR 3/3, úmida); argila; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana, transição difusa e plana.
Bw1	260-300 cm	bruno-forte (7,5YR 4/6, úmida); argila; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa, transição difusa e plana.
Bw2	300-360 cm	bruno-forte (7,5YR 5/6, úmida); muito argilosa; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

OBSERVAÇÕES:

- Presença de fragmentos milimétricos a centimétricos de carvão distribuídos aleatória e espaçadamente ao longo do perfil.; Linhas de fragmentos de carvão médios e grandes entre 65 e 80 cm e outra a 100 cm.
- Amostras dos horizontes Bw1 e Bw2 coletadas com trado.
- Perfil manchado.

RAÍZES

- Muito finas, finas e médias; Variam de muitas a comuns até o hor. A4 e a partir daí são raras.

Perfil 5- Classificação: Latossolo Amarelo Distrófico húmico (gigante) textura argilosa fase cerrado tropical subperenefólia relevo plano.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002 mm	Argila <0,002 mm		Ds	Dp
Ap	0-15	0	1	99	275,1	224,4	71,0	429,5	0,17	1,20	2,59
A2	15-40	0	0	100	247,4	194,2	43,6	514,7	0,08	1,03	2,65
A3	40-70	0	0	100	244,2	174,5	81,0	500,3	0,16	0,95	2,66
A4	70-100	0	0	100	238,1	191,7	35,0	535,2	0,07	0,97	2,65
A5	100-150	0	0	100	231,7	191,1	32,3	544,9	0,06	0,95	2,68
AB	150-220	0	0	100	238,1	185,0	31,3	545,6	0,06	0,98	2,71
BA	220-260	0	1	99	224,2	201,6	21,2	553,1	0,04	1,04	2,70
Bw	260-300	0	1	99	219,4	191,9	6,1	582,6	0,01		2,72

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c.} .kg ⁻¹)							Valor V	Valor m	
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	(%)	(%)
Ap	4,9	4,2	0,29	0,15	0,104	0,020	0,56	1,94	4,14	6,64	8	78
A2	4,8	4,2	0,06	0,03	0,028	0,010	0,12	1,84	3,17	5,13	2	94
A3	4,8	4,2	0,04	0,02	0,017	0,010	0,08	2,42	3,07	5,57	2	97
A4	4,9	4,2	0,05	0,01	0,048	0,010	0,12	1,98	2,94	5,04	2	94
A5	5,1	2,2	0,08	0,01	0,023	0,010	0,12	1,66	3,19	4,97	2	93
AB	5,3	4,2	0,02	0,01	0,012	0,020	0,06	1,41	2,44	3,91	1	96
BA	5,2	4,2	0,02	0,01	0,033	0,010	0,07	1,23	2,53	3,83	2	94
Bw	5,6	4,6	0,01	0,01	0,007	0,010	0,04	0,28	1,19	1,51	3	87

Horizontes	C		N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					SiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃
	Orgânico (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)			N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	(Ki)	(Kr)
Ap	28,8	41,1	2,6	16								
A2	26,0	27,8	1,5	18								
A3	21,0	24,8	1,3	19								
A4	19,0	25,0	1,0	25								
A5	16,8	21,3	0,9	23	10,2	19,35	5,31	0,57	0,01	0,90	0,76	
AB	14,3	16,2	0,7	24								
BA	12,4	16,2	0,7	23								
Bw	5,8	7,1	0,4	17	11,2	21,13	5,74	0,58	0,01	0,90	0,77	

PERFIL 06

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico textura argilosa relevo plano.

LOCALIZAÇÃO: Estrada Bragança Paulista Socorro – Km 107,5. Bragança Paulista (SP). Coordenadas 22° 50'11"S e 46° 33'17.5"W.

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Perfil coletado em terço superior de elevação. Barranco (recém aberto) na margem direita da estrada Bragança – Socorro (sentido Socorro) com declive de >15% (inferido).

ALTITUDE: 870 m (GPS)

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Granitos e Granitóides, Suíte Bragança Paulista – Ordoviciano - Cambriano.

MATERIAL DE ORIGEM: Alteração Granito cinza e rosa.

RELEVO LOCAL: Plano (<1%), vertentes médias e curtas, convexas.

RELEVO REGIONAL: Ondulado (>8 %) à forte ondulado.

DRENAGEM: Acentuadamente drenado.

EROSÃO: Ausente

CONTATO LITICO: Ausente

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochosa

VEGETAÇÃO: Poaceae (margem da estrada) e eucalipto no topo.

USO ATUAL: Pastagem

DESCRITO E COLETADO: Márcia Regina Calegari.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap	0-10 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmida) e bruno-avermelhado (5YR 4/3, seca); argila; granular média a grande, forte; ligeiramente dura, muito firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
A2	10-20 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 2.5/2, úmida) e bruno-avermelhado (5YR 4/3, seca); argila; bloco angular médios, moderada que se desfazem em bloco subangular pequenos moderados; ligeiramente dura, muito firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
A3	20-75 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 2.5/2, úmida) e bruno-avermelhado (5YR 4/4, seca); argila; bloco subangular médias fraca à moderada que se desfazem em bloco subangular pequenas moderada; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
A4	75-112 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmida) e vermelho-amarelado (5YR 4/6, seca); argila; bloco subangular médias, moderada a fraca que se desfazem em bloco subangular pequenos a muito pequenos moderados; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
AB	112-125 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4, úmida) e vermelho-amarelado (5YR 5/6, seca); argila; bloco subangular grandes fraca; macia, friável, plástica e pegajosa; transição difusa e plana.
BA	125-148 cm	vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmida); argila; bloco subangular, grande fraca; que se desfaz em bloco subangular pequenos muito friável, plástica e pegajosa; transição difusa e plana subangular pequenos muito friável, plástica e pegajosa; transição difusa e plana.
Bw1	148-190 cm	vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmida); argila; bloco subangular, grande fraca; que se desfaz em bloco subangular pequenos (microagregados) muito friável, ligeiramente plástica e pegajosa; difusa e plana
Bw2	190-220 cm	vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmida); argila; bloco subangular, grande fraca; que se desfaz em bloco subangular pequenos (microagregados) muito friável, ligeiramente plástica e pegajosa;

OBSERVAÇÕES:

- Perfil descrito e coletado úmido (após forte chuva). Barranco com 250 m de profundidade.

- Presença de fragmentos de carvão distribuídos aleatória e espaçadamente ao longo de todo o horizonte A, maior concentração a 75 e 100-110 cm, porém não caracterizando linhas nítidas; - Materiais avermelhado e mais escuro preenchendo canais ao longo do A3 e A4;

- Intensa atividade biológica ao longo perfil (cupins), sobretudo nos horizontes A3 e A4.

RAÍZES

- Muitas, finas e muito finas (adensamento de raízes em Ap); Muitas, finas e muito finas e poucas médias (Poaceae) em A2; Muitas a comuns, finas e muito finas, poucas médias e grandes em A3; Comuns a poucas, finas e muito finas em A4; Poucas, finas e médias em A5; Muito poucas, médias e grossas em AB.

Perfil 6-Classificação: Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico textura argilosa relevo plano.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002 mm	Argila <0,002 mm		Ds	Dp
Ap	0-10	0	2	98	138,4	189,1	129,1	543,4	0,24	1,17	2,66
A2	10-20	1	1	99	152,4	181,7	120,9	545,1	0,22	1,14	2,64
A3	20-75	2	1	99	174,7	179,0	114,0	532,3	0,21	1,18	2,68
A4	75-112	3	2	98	138,7	193,1	124,4	543,8	0,23	1,09	2,69
AB	112-125	4	2	98	150,4	193,5	123,2	532,9	0,23	1,10	2,72
BA	125-148	5	2	98	148,4	199,8	104,4	547,5	0,19	1,11	2,75
Bw	148-185	6	2	98	145,8	203,7	100,8	549,6	0,18	1,09	2,75

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)								Valor V	Valor m
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	(%)	(%)
Ap	5,0	4,2	0,45	0,23	0,043	0,010	0,73	1,46	3,81	6,00	12	67
A2	5,1	4,2	0,39	0,07	0,033	0,010	0,50	1,77	3,90	6,17	8	78
A3	5,1	4,2	0,27	0,06	0,017	0,010	0,35	1,92	3,27	5,54	6	84
A4	5,2	4,3	0,31	0,05	0,017	0,000	0,38	1,31	2,77	4,46	8	78
AB	5,3	4,4	0,27	0,06	0,017	0,000	0,35	0,77	2,32	3,44	10	69
BA	5,6	4,9	0,28	0,05	0,017	0,010	0,36	0,10	1,61	2,07	18	22
Bw	5,7	5,3	0,12	0,03	0,023	0,010	0,18	0,04	1,14	1,36	13	18

Horizontes	C		N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					SiO ₂ / Al ₂ O ₃	SiO ₂ / R ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃
	Orgânico (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)			N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	(Ki)	(Kr)
Ap	19,3	26,6	2,1	13								
A2	23,9	28,0	2,0	14								
A3	18,2	27,1	1,5	18	13,3	20,82	6,99	0,82	0,04	1,09	0,89	
A4	14,1	19,7	1,1	18								
AB	10,8	14,2	0,9	16								
BA	8,4	9,4	0,5	17								
Bw	7,4	7,1	0,5	13	14,8	21,66	7,83	0,89	0,04	1,16	0,94	

PERFIL 07

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Amarelo Distrófico húmico textura argilosa relevo forte ondulado.

LOCALIZAÇÃO: Sítio Folha Larga. Estrada Paty do Alferes – Coqueiros (sentido Coqueiros a 2 km do Distrito de Coqueiros). Paty do Alferes (RJ). Coordenadas: 22°23'13.3"S 43° 21'57" W

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Trincheira aberta no terço médio de elevação (setor retilíneo da vertente) com declive de >15% (inferido).

ALTITUDE: 829 m (GPS)

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Migmatito – Pré Cambriano.

MATERIAL DE ORIGEM: Alteração do migmatito subjacente.

RELEVO LOCAL: Forte ondulado (>15%) (vertentes curtas e convexo-retilíneas)

RELEVO REGIONAL: Montanhoso (>35 %)

DRENAGEM: Bem drenado

EROSÃO: moderada (sulcos provocados pelo pisoteio do gado e movimentos de massa de curta distancia, também em decorrência do pisoteio do gado)

CONTATO LITICO: Ausente

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochosa

VEGETAÇÃO:

USO ATUAL: Pastagem

DESCRITO E COLETADO: Flávio A. Marques e Márcia Regina Calegari.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap	0-30 cm	preto (10YR 2/1, úmida), (10YR 4/1, seca); argiloarenosa; granular média a grande, forte; ligeiramente dura, friável, muito plástica e muito pegajosa; transição clara e plana.
A2	30-65 cm	bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmida); argila; bloco subangular grande, moderada; friável, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
A3	65-100 cm	bruno-escuro (10YR 3/3, úmida); argila; bloco subangular grande moderada; friável, muito plástica e muito pegajosa; transição clara e plana.
AB	65-130 cm	bruno (10YR 4/3, úmida); argila; bloco subangular grande e fraca; muito friável, muito plástica e muito pegajosa; transição clara e plana.
BA	130-160 cm	bruno-amarelado (10YR 5/6, úmida); argila; bloco subangular grande e fraca que se desfaz em bloco subangular muito pequenos forte (microagregados); friável , muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.
Bw1	160-200 cm	amarelo-brunado (10YR 6/6, úmida); argila; bloco subangular grande e fraca que se desfaz em bloco subangular muito pequenos forte (microagregados); muito friável , muito plástica e muito pegajosa;

OBSERVAÇÕES:

- Presença de material escuro preenchendo canais ao longo do A2 e A3 e AB;
- Intensa atividade biológica ao longo perfil, sobretudo nos horizontes A3 e AB
- Canais preenchidos com coprólitos de minhoca concentrados aos 30 cm de profundidade
- Macroporosidade intensa no BA, presença de canais de cupins.
- Camada muito nítida com canais verticais se interdigitando no contato Ap-A2, muitos canais preenchidos com material mais claro (BW?) e mais escuro (AP?).

RAÍZES

Muitas, finas e muito finas no AP e A2; Comuns, finas e muito finas e poucas médias (Poaceae) em A3, AB e BA; Muito poucas, médias e pivotantes no Bw.

Perfil 7- Classificação: Latossolo Amarelo Distrófico húmico textura argilosa relevo forte ondulado.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002 mm	Argila <0,002 mm		Ds	Dp
Ap	0-30	0	0	100	156,3	333,5	120,8	389,5	0,31	1,24	2,57
A2	30-65	0	0	100	108,5	289,4	102,4	499,8	0,20	1,06	2,62
A3	65-100	0	0	100	99,8	278,9	98,2	523,2	0,19	1,09	2,66
AB	100-130	0	0	100	87,6	293,2	82,7	536,6	0,15	1,07	2,68
BA	130-160	0	1	99	85,6	284,7	80,9	548,8	0,15	1,03	2,69
Bw	160-200+	0	0	100	91,8	274,3	57,2	576,7	0,10	1,29	2,70

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)							Valor V	Valor m	
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	(%)	(%)
Ap	5,1	4,1	0,88	0,12	0,033	0,030	1,07	2,23	3,94	7,24	15	68
A2	5,2	4,3	0,18	0,03	0,012	0,010	0,23	1,97	2,72	4,92	5	90
A3	4,9	4,3	0,05	0,01	0,017	0,010	0,09	1,78	2,39	4,26	2	95
AB	5,0	4,3	0,02	0,01	0,012	0,010	0,05	1,44	1,36	2,85	2	97
BA	5,0	4,3	0,27	0,05	0,012	0,010	0,34	1,18	1,33	2,85	12	78
Bw	5,2	4,4	0,03	0,01	0,166	0,010	0,22	0,97	0,95	2,14	10	82

Horizontes	C		N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					SiO ₂ / Al ₂ O ₃	SiO ₂ / R ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃
	Orgânico (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)			N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	(Ki)	(Kr)
Ap	32,8	45,6	2,9	15								
A2	19,7	24,1	1,9	13								
A3	14,4	18,6	1,1	18	15,9	19,56	5,72	0,72	0,01	1,38	1,16	
AB	10,3	12,1	1,0	12								
BA	7,6	8,0	0,8	10								
Bw	5,6	5,7	0,7	8	18,4	20,29	5,42	0,73	0,01	1,54	1,32	

PERFIL 08

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Amarelo Distrófico húmico textura argilosa relevo forte ondulado

LOCALIZAÇÃO: Rodovia Nova Friburgo-Jardim, na altura do Km 59. Na Estrada Francisco Luiz Resende – Circuito do Catete, a 500 metros da rodovia. Nova Friburgo (RJ). Coordenadas 22°13'19.1" Lat. S; 42° 30'23.9" W

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Trincheira aberta no terço médio de elevação (setor retilíneo da vertente) com declive de >20% (inferido).

ALTITUDE: 847 m (GPS)

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Gnaisse. Pré Cambriano.

MATERIAL DE ORIGEM: Alteração do gnaisse.

RELEVO LOCAL: Forte ondulado (>25%)

RELEVO REGIONAL: Montanhoso (>35 %)

DRENAGEM: Acentuadamente drenado

EROSÃO: Ligeira (sulcos provocados pelo pisoteio do gado e movimentos de massa de curta distancia, também em decorrência do pisoteio do gado).

CONTATO LITICO: Ausente

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochosa

VEGETAÇÃO: Floresta Tropical (Mata Atlântica)

USO ATUAL: Mata secundária

DESCRITO E COLETADO: Flávio A. Marques e Márcia Regina Calegari

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap	0-25 cm	cinzento-muito-escuro (7,5YR, 3/1 úmida); (7,5YR 4/1, seca); franco-argila; granular média a pequena, forte; solta, não plástica e não pegajosa; transição gradual e plana.
A2	25-70 cm	preto (7,5YR, 2,5/1 úmida); (7,5YR 3/2, seca); franco-argiloarenosa; maciça; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
A3	70-100 cm	preto (7,5YR, 2/1 úmida); (7,5YR 3/2, seca); argila; maciça, ligeiramente dura; friável ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
AB	100- 120 cm	bruno-escuro (7,5YR 3/3, úmida); argiloarenosa; bloco subangular media e moderada; macia, friável ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
BA	120-160 cm	bruno (7,5YR 4/3, úmida); argila; bloco subangular grande e fraca que se desfaz em bloco subangular muito pequenos forte (microagregados); transição gradual e plana.
Bw1	160-210 cm	Bruno-forte (7,5YR 5/6, úmida); argila; bloco subangular grande e fraca que se desfaz em bloco subangular muito pequenos forte (microagregados); ligeiramente dura, muita friável; muito plástica e muito pegajosa;

RAÍZES

- Muitas, grandes medias e finas e muito finas no AP e A2;
- Comuns, finas e muito finas e poucas médias (Poaceae) em A3, AB e BA;
- Ausentes em Bw.

Perfil 8 - Classificação: Latossolo Amarelo Distrófico húmico textura argilosa relevo forte ondulado.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002 mm	Argila <0,002 mm		Ds	Dp
Ap	0-25	0	1	99	193,7	194,2	245,9	366,2	0,67	0,72	2,45
A2	25-70	0	1	99	187,4	432,9	65,9	313,9	0,21	0,74	2,45
A3	70-100	0	1	99	185,9	246,8	116,4	450,8	0,26	0,82	2,66
AB	100-120	0	1	99	222,3	235,3	102,1	440,3	0,23	0,93	2,70
BA	120-160	0	1	99	171,5	251,6	101,1	475,8	0,21	1,03	2,72
Bw	160-210+	0	1	99	177,1	249,4	108,0	465,5	0,23	1,09	2,74

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)							Valor V	Valor m	
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	(%)	(%)
Ap	4,9	4,3	0,25	0,15	0,028	0,030	0,45	1,91	7,80	10,16	4	81
A2	5,4	4,5	0,02	0,02	0,012	0,020	0,07	1,18	7,97	9,22	1	94
A3	5,6	4,5	0,01	0,01	0,120	0,010	0,15	0,99	3,69	4,83	3	87
AB	5,4	4,5	0,01	0,01	0,038	0,010	0,07	0,82	2,40	3,29	2	93
BA	5,5	4,5	0,02	0,01	0,058	0,000	0,08	0,59	1,73	2,40	3	88
Bw	5,5	4,6	0,01	0,01	0,115	0,010	0,15	0,45	1,54	2,14	7	76

Horizontes	C		N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					SiO ₂ Al ₂ O ₃	SiO ₂ R ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃
	Orgânico (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)			N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	(Ki)	(Kr)
Ap	62,8	100,7	7,5	13								
A2	64,0	98,9	6,9	14								
A3	23,9	28,2	1,8	16	6,1	23,13	7,61	0,70	0,02	0,45	0,37	
AB	13,9	18,2	1,3	14								
BA	9,9	12,3	1,0	12								
Bw	8,0	10,0	0,9	11	8,7	24,50	8,76	0,71	0,02	0,60	0,49	

PERFIL 09

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Amarelo Distrófico húmico textura argilosa fase floresta tropical relevo suave ondulado.

LOCALIZAÇÃO: Rod. ES 484 – Sentido Guaçuí – São José dos Calçados- aproximadamente 3 km depois de Arituba. Guacuí (ES). Coordenadas 20°55'42.3" Lat. S e 41° 40'57.1" Lat. W .

ALTITUDE: 610m (GPS)

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Trincheira aberta no terço médio-inferior da vertente com 30% de declividade.

MATERIAL DE ORIGEM: ?????

RELEVO LOCAL: Suave ondulado (vertentes curtas e convexo-retilíneas)

RELEVO REGIONAL: Ondulado

DRENAGEM: Fortemente drenado

EROSÃO: Não aparente

CONTATO LÍTICO: Ausente

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochosa

VEGETAÇÃO: Floresta tropical (Zona da Mata)

USO ATUAL: Cultivo de café

DESCRITO E COLETADO: Márcia Regina Calegari

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap	0-20 cm	preto (7,5YR 2,5/1, úmida); argila; granular média a grande, forte à moderada; Ligeiramente dura, friável; Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
A2	20-60 cm	preto (7,5YR 2,5/1, úmida); argila; bloco subangular média, moderada; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
A3	60-80 cm	preto (7,5YR 2,5/1, úmida); argila; bloco subangular grande fraca que se desfaz em bloco subangular muito pequena forte; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
AB	80-105 cm	bruno-escuro (7,5YR 4/3, úmida); argila; bloco subangular grande e fraca que se desfaz em bloco subangular muito pequeno e forte (microagregado); macia, muito friável; plástica e pegajosa; transição clara e plana.
BA	105-120 cm	bruno-escuro (7,5YR 4/3, úmida); argila; bloco subangular grande e fraca que se desfaz em bloco subangular muito pequenos forte (microagregados); friável, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
Bw1	120-170 cm	bruno (7,5YR 4/4, úmida); argila; bloco subangular grande e fraca que se desfaz em bloco subangular muito pequenos forte (microagregados); friável, plástica e pegajosa; difusa e plana.
Bw2	170-200 +cm	bruno (7,5YR 4/4, úmida); argila; bloco subangular grande e fraca que se desfaz em bloco subangular muito pequenos forte (microagregados); muito friável, muito plástica e muito pegajosa;

OBSERVAÇÕES:

- Trincheira com 200 cm de profundidade;
- Presença de material escuro preenchendo canais ao longo do A2 e A3 e AB;
- Intensa atividade biológica ao longo perfil, sobretudo nos horizontes A3 e AB

RAÍZES

- Comuns, finas e muito finas no AP e A2;
- Poucas, finas e muito finas e médias (Poaceae) em AB e BA;
- Muito poucas, médias e pivotantes em Bw.

Perfil 9 - Classificação: Latossolo Amarelo Distrófico húmico textura argilosa fase floresta tropical relevo suave ondulado.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002 mm	Argila <0,002 mm		Ds	Dp
Ap	0-20	0	0	100	20,1	271,3	189,2	519,4	0,36	1,04	2,57
A2	20-60	0	0	100	18,8	239,1	163,5	578,6	0,28	0,88	2,57
A3	60-80	0	0	100	17,6	250,0	152,2	580,2	0,26	0,82	2,63
AB	80-105	0	1	99	15,8	257,9	141,7	584,5	0,24	0,92	2,68
BA	105-120	0	1	99	20,7	254,9	126,7	597,7	0,21	0,86	2,70
Bw1	120-170	0	1	99	17,1	265,9	118,3	598,7	0,20	1,09	2,70
Bw2	170-200+	0	1	99	19,3	270,5	123,3	586,9	0,21	1,20	2,72

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)							Valor V	Valor m	
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	(%)	(%)
Ap	4,9	4,2	0,36	0,20	0,038	0,010	0,61	2,21	4,55	7,37	8	78
A2	5,2	4,3	0,11	0,08	0,023	0,010	0,22	1,93	4,69	6,84	3	90
A3	5,1	4,3	0,10	0,05	0,017	0,010	0,18	1,93	3,27	5,38	3	92
AB	5,1	4,3	0,08	0,04	0,012	0,010	0,14	1,61	2,73	4,48	3	92
BA	5,0	4,3	0,06	0,02	0,007	0,010	0,10	1,19	2,21	3,50	3	92
Bw1	5,1	4,4	0,04	0,02	0,012	0,000	0,06	1,06	1,91	3,03	2	94
Bw2	5,0	4,4	0,03	0,01	0,012	0,000	0,05	0,78	2,31	3,14	2	94

Horizontes	C		N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					SiO ₂ / Al ₂ O ₃	SiO ₂ / R ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃
	Orgânico (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)			N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	(Ki)	(Kr)
Ap	28,3	34,2	2,5	13								
A2	26,9	29,5	2,2	14								
A3	15,9	21,0	1,5	14								
AB	11,6	15,6	1,2	13	15,1	23,97	9,65	1,48	0,04	1,07	0,85	
BA	8,5	11,9	1,0	12								
Bw1	8,8	10,4	0,9	12								
Bw2	9,6	10,7	0,7	16	16,8	24,81	9,80	1,62	0,05	1,15	0,92	

PERFIL 10 (Topo)

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Amarelo Distrófico húmico textura argilosa fase floresta tropical relevo suave ondulado.

LOCALIZAÇÃO: Estrada Realeza – Belo Horizonte (BR 262 Km 52,5) Fazenda Ouro Verde. Entrada a direita a cerca de 3 km do cruzamento com a Rio-Bahia. Manhuaçu – distrito Realeza (MG). Coordenadas 20°15'04.8" Lat. S 42° 10'36.5" Long. W

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Trincheira aberta no topo da vertente com 2% de declividade.

ALTITUDE: 893 m (GPS)

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Charnokitos. Pré-Cambriano (????)

MATERIAL DE ORIGEM: Aparente alteração in situ do Charnokito subjacente

RELEVO LOCAL: Suave ondulado

RELEVO REGIONAL: Montanhoso a forte ondulado

DRENAGEM: Bem drenado

EROSÃO: Não aparente

CONTATO LÍTICO: Ausente

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochosa

VEGETAÇÃO: Floresta tropical (Zona da Mata)

USO ATUAL: Desmatada recentemente (aproximadamente 15 dias) para cultivo do café.

DESCRITO E COLETADO: Márcia Regina Calegari.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap	0-25 cm	preto (7,5YR 2,5/1, úmida) e preto (10YR 2,5/1, seca); argila; granular pequena a média, moderada; Ligeiramente dura, friável; Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
A2	25-60 cm	preto (7,5YR 2,5/1, úmida) e preto (10YR 2,5/1, seca); argila; bloco subangular média que se desfaz em bloco subangular muito pequena e muito forte; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
A3	60-82 cm	bruno-muito-escuro (7,5YR 2,5/2, úmida) e bruno-avermelhado-escuro (5YR 2,5/2, seca); argila; bloco subangular média fraca que se desfaz em bloco subangular muito pequena forte; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
AB	82-100 cm	bruno-esuro (7,5 YR 2,5/3, úmida) e bruno (7,5YR 4/3, seca); muito argilosa; bloco subangular grande e fraca que se desfaz em bloco subangular muito pequeno e forte (microagregado); macia, muito friável; plástica e pegajosa; transição clara e plana.
BA	100-130 cm	bruno (7,5YR 4/4, úmida); argila; bloco subangular grande e fraca que se desfaz em bloco subangular muito pequenos forte (microagregados); friável, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
Bw1	130-180 cm	bruno-forte (7,5YR 5/6, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande e fraca que se desfaz em bloco subangular muito pequenos forte (microagregados); friável, plástica e pegajosa; difusa e plana.
Bw2	180-210 +cm	bruno-forte (7,5YR 5/8, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande e fraca que se desfaz em bloco subangular muito pequenos forte (microagregados); muito friável, muito plástica e muito pegajosa;

OBSERVAÇÕES:

- Trincheira com 210 cm de profundidade;
- Presença de grãos de quartzo grandes e pouco intemperizados no A3;
- Horizonte AB apresenta cor de A e estrutura de B (microagregados típicos);

RAÍZES

- Muitas finas e muito finas até o AB; - Comuns médias e grossas pivotantes no AB, BA e Bw.

Perfil 10 - Classificação: Latossolo Amarelo Distrófico húmico textura argilosa fase floresta tropical relevo suave ondulado.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20mm	Cascalho 20-2mm	TFSA <2mm	Areia grossa 2-0,2mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002mm	Argila <0,002 mm		Ds	Dp
Ap	0-25	0	0	100	182,7	208,4	136,9	472,0	0,29	0,99	2,59
A2	25-60	0	0	100	128,0	210,9	127,7	533,4	0,24	0,85	2,62
A3	60-82	0	1	99	121,0	177,4	132,7	568,8	0,23	0,85	2,66
AB	82-100	0	2	98	123,5	170,1	99,6	606,8	0,16	0,90	2,69
BA	100-130	0	2	98	132,1	166,2	105,5	596,1	0,18	0,89	2,70
Bw1	130-180	0	2	98	130,2	171,6	60,9	637,4	0,10	0,97	2,77
Bw2	180-210+	0	1	99	123,1	170,5	68,6	637,8	0,11	1,00	2,79

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)							Valor V	Valor m	
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	(%)	(%)
Ap	4,3	4,0	0,50	0,40	0,115	0,020	1,03	2,69	6,41	10,13	10	72
A2	4,3	4,1	0,16	0,11	0,033	0,010	0,32	2,85	5,18	8,35	4	90
A3	4,7	4,2	0,08	0,07	0,028	0,010	0,18	1,69	4,68	6,55	3	90
AB	4,9	4,2	0,06	0,06	0,110	0,010	0,24	1,54	4,05	5,83	4	87
BA	5,0	4,3	0,05	0,02	0,033	0,010	0,11	1,49	3,35	4,95	2	93
Bw1	5,3	4,6	0,05	0,01	0,017	0,010	0,09	0,30	1,68	2,07	4	77
Bw2	5,6	5,3	0,04	0,03	0,104	0,050	0,22	0,03	1,30	1,55	14	12

Horizontes	C	N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$
				Orgânico (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)	N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO
Ap	41,2	57,5	4,6	13							
A2	33,9	44,8	3,5	13							
A3	26,6	32,0	2,4	13							
AB	19,4	27,6	2,0	14	12,1	23,97	9,15	1,15	0,03	0,86	0,69
BA	15,4	22,3	1,6	14							
Bw1	8,6	9,7	0,9	11							
Bw2	6,5	6,5	0,7	10	13,1	24,44	10,21	1,19	0,02	0,91	0,72

PERFIL 11 (média vertente)

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Amarelo Distrófico húmico textura muito argilosa relevo forte ondulado fase floresta tropical.

LOCALIZAÇÃO: Estrada Realeza – Belo Horizonte (BR 262 Km 52,5) Fazenda Ouro Verde. Entrada a direita a cerca de 3 km do cruzamento com a Rio-Bahia. Manhuaçu – Distrito Realeza (MG).

Coordenadas 20°14'53.5" Lat. S 42° 10'20.5" Long. W

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Trincheira aberta na media vertente com 35% de declividade.

ALTITUDE: 876 m (GPS)

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Charnokitos. Pré Cambriano (????)

MATERIAL DE ORIGEM: Alteração *in situ* do Charnokito subjacente

RELEVO LOCAL: Forte ondulado

RELEVO REGIONAL: Montanhoso a forte ondulado

DRENAGEM: Bem drenado

EROSÃO: Não aparente

CONTATO LITICO: Ausente

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochosa

VEGETACÃO: Floresta tropical (Zona da Mata)

USO ATUAL: Mata de Xaxim

DESCRITO E COLETADO: Márcia Regina Calegari

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap	0-20 cm	preto (10YR 2/1, úmida); preto (7,5YR 2/1, seca); argila; granular média a grande, moderada; ligeiramente dura a dura, Firme; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
A2	20-40 cm	bruno muito escuro (10YR 2/2, úmida); bruno muito escuro (7,5YR 2/2, seca); muito argilosa; bloco subangular grande que se desfaz em bloco subangular muito pequena e forte; dura, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
A3	40-70 cm	bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmida); bruno-escuro(10YR 3/3, seca); muito argilosa; bloco subangular grande e fraca que se desfaz em bloco subangular muito pequena; ligeiramente dura a macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
A4	70- 90 cm	preto (10YR 2/1, úmida); bruno muito escuro (10YR 2/2, seca); muito argilosa; bloco subangular grande e fraca que se desfaz em bloco subangular muito pequena forte (microagregado); ligeiramente dura, friável a muito friável; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
AB	90-120 cm	bruno-amarelado escuro (10YR 3/4, úmida); bruno-amarelado escuro (10YR 4/4, seca); muito argilosa; bloco subangular média e fraca que se desfaz em bloco subangular muito pequenos forte (microagregados); ligeiramente dura; friável a muito friável, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
BA	120-165 cm	bruno-amarelado (10YR 5/6, úmida); muito argilosa; bloco subangular média e fraca que se desfaz em bloco subangular muito pequenos forte (microagregados); ligeiramente dura a friável, plástica e pegajosa; transição difusa e plana.
Bw1	165-210 cm	bruno-amarelado (10YR 5/8, úmida); muito argilosa; bloco subangular média e fraca que se desfaz em bloco subangular muito pequenos forte (microagregados); ligeiramente dura a friável, plástica e pegajosa; transição difusa e plana.

OBSERVAÇÕES:

- Canais preenchidos com material escuro (10YR 2/1) entre 120 -200 cm;
- Canais grandes distribuídos em sentido vertical ao longo do perfil concentrados entre 120 e 200 cm de profundidade; - Areia lavada a 80 e 90 cm e, entre 100 -120; cores mais claras que a encontrada no B;

RAÍZES

- Muitas finas e muito finas fasciculadas no A; Comuns finas fasciculadas e médias pivotantes até o A4 ; Poucas grandes e médias pivotantes e no AB e raras finas, médias e grandes pivotantes nos horizontes BA e Bw.

Perfil 11 - Classificação: Latossolo Amarelo Distrófico húmico textura muito argilosa relevo forte ondulado fase floresta tropical.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002 mm	Argila <0,002 mm		Ds	Dp
Ap	0-20	0	0	100	101,3	172,1	162,4	564,1	0,29	0,81	2,49
A2	20-40	0	0	100	77,0	148,6	151,1	623,3	0,24	0,80	2,57
A3	40-70	0	0	100	71,7	135,5	133,0	659,7	0,20	0,80	2,61
A4	70-90	1	0	99	61,7	138,6	130,4	669,3	0,19	0,82	2,63
AB	90-120	0	0	100	63,5	140,4	104,9	691,1	0,15	0,79	2,71
BA	120-165	0	0	100	65,8	137,9	106,9	689,4	0,16	0,84	2,75
Bw	165-210	0	0	100	83,6	132,7	81,2	702,5	0,12	1,00	2,78

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)								Valor V	Valor m
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	(%)	(%)
Ap	4,6	4,1	0,43	0,21	0,094	0,020	0,75	3,10	8,33	12,18	6	81
A2	4,6	4,1	0,17	0,11	0,038	0,030	0,34	2,68	7,03	10,05	3	89
A3	5,0	4,3	0,05	0,04	0,053	0,040	0,18	2,18	5,72	8,08	2	92
A4	5,0	4,3	0,04	0,02	0,017	0,020	0,09	1,92	6,00	8,01	1	95
AB	5,1	4,4	0,03	0,01	0,012	0,010	0,05	1,20	3,91	5,16	1	96
BA	5,2	4,5	0,02	0,01	0,023	0,000	0,04	0,60	2,83	3,47	1	93
Bw	5,1	4,7	0,02	0,01	0,048	0,000	0,08	0,25	2,08	2,41	3	76

Horizontes	C	N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					SiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃		
				Orgânico (g kg ⁻¹)		N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	(Ki)	(Kr)
				Orgânico	Total		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	(Ki)	(Kr)
Ap	49,0	68,0	5,3	13									
A2	39,6	53,2	4,2	13									
A3	30,7	39,7	2,8	14									
A4	32,8	39,3	2,4	17	11,8	26,81	11,67	1,38	0,03	0,75	0,59		
AB	16,2	21,8	1,4	15									
BA	10,9	14,4	1,1	13									
Bw	8,2	10,2	0,9	11	12,6	28,18	12,30	1,40	0,03	0,76	0,59		

PERFIL 12 (Topo)

CLASSIFICAÇÃO (SIBCS, 2006): Latossolo Amarelo Distrófico húmico textura argilosa fase floresta tropical relevo forte ondulado.

LOCALIZAÇÃO: Fazenda Alto da Serra - Estrada Brumado, aproximadamente 1,5 km da Rodovia Paulo Virgílio. 7. 465.230 km N e 488.779 km E.

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Perfil descrito em barrando em terço superior de elevação. Colina convexa média com 12-20 % de declividade.

ALTITUDE: 1,067 m (GPS)

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Granitóides . Pré Cambriano (????)

MATERIAL DE ORIGEM: Aparente alteração *in situ* do Granitóide subjacente.

RELEVO LOCAL: Forte ondulado

RELEVO REGIONAL: Montanhoso e forte ondulado

DRENAGEM: Bem drenado

EROSÃO: Não aparente

CONTATO LITICO: Ausente

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochosa

VEGETAÇÃO: Mata tropical (Zona da Mata)

USO ATUAL: Mata de Xaxim

DESCRITO E COLETADO: Pablo Vidal Torrado.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap	0-20 cm	preto (5YR 2,5/1, úmida); franco-argiloarenosa; bloco pequeno a granular e bloco subangular grande e fraca; muito friável; ligeiramente plástica; transição gradual e plana.
A2	20-50 cm	bruno-avermelhado escuro (5YR 3/2, úmida); argila; bloco pequeno a granular e bloco subangular grande e fraca; muito friável; ligeiramente plástica; transição gradual e plana.
A3	50-80 cm	cinzento muito escuro (5YR 3/1, úmida); argila; bloco pequeno a granular e bloco subangular grande e fraca; muito friável; ligeiramente plástica; transição gradual e plana.
AB	80-100 cm	bruno-amarelado-escuro(10YR 3/4, úmida); argiloarenosa; bloco pequeno a granular e bloco subangular grande e fraca; muito friável; ligeiramente plástica à plástica; transição gradual e plana.
BA	100-130 cm	bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6, úmida); argila; bloco pequeno a granular e bloco subangular grande e fraca à moderada; friável; plástica; transição gradual e plana.
Bw(?)	130-150 cm	bruno-amarelado (7,5YR 5/6, úmida); argiloarenosa; bloco pequeno a granular e bloco subangular grande e fraca à moderada; friável; plástica.

OBSERVAÇÕES:

- O horizonte B apresenta cerosidade incipiente.

Perfil 12 - Classificação: Latossolo Amarelo Distrófico húmico textura argilosa fase floresta tropical relevo forte ondulado.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002 mm	Argila <0,002 mm		Ds	Dp
Ap	0-20	0	0	100	362,3	167,6	97,2	372,9	0,26		2,51
A2	20-50	1	0	100	295,7	149,7	111,1	443,5	0,25		2,55
A3	50-80	2	0	100	311,3	161,7	84,7	442,3	0,19		2,60
AB	80-100	3	1	99	307,1	193,9	86,5	411,9	0,21		2,63
BA	100-130	4	0	100	299,2	186,0	73,4	441,4	0,17		2,63
Bw	130-150+	5	0	100	304,6	160,2	62,8	472,4	0,13		2,64

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)							Valor V	Valor m	
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	(%)	(%)
Ap	4,5	4,0	0,32	0,17	0,110	0,020	0,62	2,64	3,54	6,80	9	81
A2	4,5	4,1	0,04	0,06	0,033	0,010	0,14	2,69	2,66	5,49	3	95
A3	4,7	4,1	0,03	0,02	0,033	0,010	0,09	2,45	1,44	3,98	2	97
AB	4,6	4,1	0,02	0,01	0,028	0,010	0,06	1,90	0,66	2,62	2	97
BA	4,7	4,1	0,02	0,01	0,028	0,010	0,06	1,64	0,20	1,90	3	96
Bw	5,0	4,2	0,03	0,01	0,089	0,010	0,14	1,52	0,11	1,77	8	92

Horizontes	C		N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					SiO ₂ Al ₂ O ₃	SiO ₂ R ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃
	Orgânico (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)			N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	(Ki)	(Kr)
Ap	30,6	41,4	3,2	13								
A2	17,6	25,6	1,9	14								
A3	12,2	16,3	1,0	16								
AB	9,2	10,0	0,7	15								
BA	6,9	8,6	0,6	14								
Bw	5,7	6,9	0,6	12	14,3	19,98	1,73	0,11	0,00	1,22	1,15	

PERFIL: 13

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico textura argilosa fase floresta tropical relevo suave ondulado.

LOCALIZAÇÃO: Estrada Sumaré - Monte Mor, distrito de Cruzeiro. Após o viaduto sobre a Rodovia Bandeirantes, 1ª entrada a direita, cerca de 1 km em estrada de terra. Sumaré (SP). Coordenadas 7.468.829 km N e 263.562 km E

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Trincheira aberta em topo de vertente com 5% de declividade.

ALTITUDE: 700 m (GPS)

MATERIAL DE ORIGEM: Sedimentos da Formação Rio Claro

RELEVO LOCAL: Suave ondulado

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado

DRENAGEM: Acentuadamente drenado

EROSÃO: Ligeira

CONTATO LÍTICO: Ausente

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochosa

VEGETAÇÃO: Floresta Tropical

USO ATUAL: Cana-de-açúcar

DESCRITO E COLETADO: Flávio A. Marques

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap	0-20 cm	bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmida); cinzento-avermelhado-escuro (5YR 4/2, seca); franco-argiloarenosa; granular muito pequena a pequena moderada; ligeiramente dura; friável; plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
A2	20-50 cm	bruno-escuro (7,5YR 4/2, úmida); bruno (7,5YR 5/2, seca); argiloarenosa; maciça (coesa); ligeiramente dura, friável, muito plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
A3	50-100 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmida); cinzento-avermelhado-escuro (5YR 4/2, seca); argiloarenosa; bloco subangular média a grande moderada que se desfaz em granular muito pequena forte; ligeiramente dura, friável, muito plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
A4	100-150 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmida); bruno-avermelhado (5YR 5/4, seca); argiloarenosa; bloco subangular média a grande, moderada que se desfaz em granular média, pequena e muito pequena forte; macia, muito friável; muito plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
AB	150-190 cm	bruno-avermelhado (5YR 4/3, úmida); argiloarenosa; bloco subangular média a grande, moderada que se desfaz em granular média, pequena e muito pequena forte; macia, muito friável; muito plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
BA	190-210 cm	bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmida); argiloarenosa; bloco subangular média a grande, moderada que se desfaz em granular média, pequena e muito pequena forte; macia, muito friável; muito plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
Bw1	210-270 cm	Vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmida); argiloarenosa; bloco subangular média à grande, moderada que se desfaz em granular média, pequena e muito pequena forte; muito plástica e pegajosa.

OBSERVAÇÕES:

- Linha de carvões entre 140 e 150 cm (A4) composta de fragmentos centimétricos (material coletado para análise);
- Linha de carvões pouco nítida a 100 cm de profundidade formada por fragmentos centimétricos mais espaçados e menos organizados se comparados com a linha mais profunda;
- Material muito poroso nos horizontes BA e Bw;
- Atividade biológica intensa de formigas (a 80 cm de profundidade) e cupins (concentrada no Ap);

RAÍZES

- Muitas finas e muito finas no Ap, A3 e A4; Comuns finas e muito finas no A2 e BA; Poucas no Bw.

Perfil 13 -Classificação: Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico textura argilosa fase floresta tropical relevo suave ondulado.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002 mm	Argila <0,002 mm		Ds	Dp
Ap	0-20	0	0	100	25,5	510,2	133,7	330,7	0,40	1,31	2,61
A2	20-50	0	0	100	20,0	471,5	117,6	390,9	0,30	1,22	2,62
A3	50-100	0	0	100	23,2	454,5	119,5	402,8	0,30	1,09	2,63
A4	100-150	1	0	99	20,0	465,0	112,5	402,5	0,28	1,09	2,66
AB	150-190	0	0	100	20,3	468,0	120,2	391,5	0,31	1,08	2,67
BA	190-210	0	0	100	16,0	495,6	106,2	382,2	0,28	1,11	2,68
Bw	210-270+	0	0	100	17,3	487,2	101,1	394,5	0,26	1,19	2,70

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)							Valor V	Valor m	
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	(%)	(%)
Ap	4,5	4,1	0,36	0,10	0,065	0,010	0,54	1,79	3,01	5,34	10	77
A2	4,7	4,2	0,52	0,14	0,011	0,010	0,68	1,52	2,88	5,08	13	69
A3	4,7	4,2	0,31	0,07	0,003	0,000	0,38	1,69	3,24	5,31	7	82
A4	4,7	4,2	0,36	0,13	0,003	0,010	0,51	1,51	2,75	4,77	11	75
AB	4,8	4,2	0,45	0,13	0,003	0,010	0,59	1,30	2,09	3,98	15	69
BA	4,8	4,2	0,44	0,10	0,004	0,981	1,53	0,90	1,96	4,39	35	37
Bw	4,9	4,4	0,92	0,09	0,000	0,000	1,01	0,29	1,22	2,52	40	22

Horizontes	C		N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					SiO ₂ / Al ₂ O ₃	SiO ₂ / R ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃
	Orgânico (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)			N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	(Ki)	(Kr)
Ap	17,4	28,0	2,3	12								
A2	16,2	21,2	1,6	13								
A3	13,1	20,2	1,3	15								
A4	10,7	15,6	0,8	19	9,4	14,82	5,24	0,72	0,01	1,08	0,88	
AB	9,9	13,1	0,7	18								
BA	7,8	9,8	0,6	17								
Bw	4,2	5,2	0,4	14	10,3	15,03	5,59	0,77	0,01	1,16	0,94	

PERFIL: 14

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico textura muito argilosa fase floresta tropical relevo plano.

LOCALIZAÇÃO: Fazenda Formosa. Usina Furlan – Aproximadamente 2 km do pedágio da Rodovia Bandeirantes (sentido Piracicaba - São Paulo), a 6 km do viaduto. Sumaré (SP). Coordenadas 22° 50'39" S e 47° 20' 22" W.

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Trincheira aberta em topo de vertente com 2,5% de declividade. Topo plano, amplo e alongado.

ALTITUDE: 770 m (GPS)

MATERIAL DE ORIGEM: Sedimentos inconsolidados/Formação Rio Claro

RELEVO LOCAL: Plano

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado

DRENAGEM: Acentuadamente drenado

EROSÃO: Ligeira

CONTATO LÍTICO: Ausente

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochosa

VEGETAÇÃO: Floresta Tropical

USO ATUAL: Cana-de-açúcar

DESCRITO E COLETADO: Flávio A. Marques e Marcia Regina Calegari.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap	0-10 cm	cinzento muito escuro (5YR 3/1, úmida); cinzento-avermelhado-escuro (5YR 4/2, seca); franco-argiloarenosa; granular pequena, média e grande fraca que se desfaz facilmente; macia; friável; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
A2	10-25 cm	cinzento muito escuro (5YR 3/1, úmida); cinzento (5YR 5/1, seca); franco-argiloarenosa; bloco subangular a angular grande fraca que se desfaz em bloco subangular pequena; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
A3	25-55 cm	cinzento muito escuro (5YR 3/1, úmida); cinzento-avermelhado-escuro (5YR 4/2, seca); franco-argiloarenosa; bloco subangular grande fraca que se desfaz em bloco subangular pequena; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
A4	55-100 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmida); bruno-avermelhado (5YR 5/3, seca); franco-argiloarenosa; bloco subangular média à grande, moderada que se desfaz em granular média, pequena e muito pequena forte; macia, friável; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
A5	100-130 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmida); bruno-avermelhado (5YR 5/3, seca); franco-argiloarenosa; bloco subangular grande, fraca que se desfaz em granular pequena forte; macia, muito friável; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.
AB	130-160 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmida); bruno-avermelhado (5YR 4/4, seca); franco-argiloarenosa; bloco subangular grande, fraca que se desfaz em granular pequena e muito pequena forte; macia, muito friável; plástica e pegajosa; transição difusa e plana.
BA	160-210 cm	bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmida); franco-argiloarenosa; bloco subangular grande, fraca que se desfaz em granular pequena e muito pequena forte; plástica e pegajosa; difusa e plana.
Bw1	210-270 cm	bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmida); franco-argiloarenosa; bloco subangular grande fraca a moderada que se desfaz em granular muito pequena forte (microagregados típicos).
Bw2	270-300 cm	vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmida); franco-argiloarenosa; bloco subangular grande fraca a moderada que se desfaz em granular muito pequena forte (microagregados típicos).

OBSERVAÇÕES:

- Horizonte Ap apresenta estrutura alterada devido ao revolvimento para plantio de cana;
- Linha de carvão pouco nítida entre 30-40 cm; fragmentos centimétricos;- Fragmentos centimétricos de carvão distribuídos aleatoriamente ao longo do horizonte A5;
- Horizontes Bw1 e Bw2 foram amostrados com trado.

RAÍZES

- Comuns finas (cana-de-açúcar) no Ap e A2; Muitas finas e muito finas no A3 (raízes mortas de cultura antiga de cana); Comum média pivotante no A4 e BA.

Perfil 14 - Classificação: Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico textura muito argilosa fase floresta tropical relevo plano.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002 mm	Argila <0,002 mm		Ds	Dp
Ap	0-10	0	0	100	36,7	537,7	154,7	270,9	0,57	1,45	2,61
A2	10-25	0	0	100	35,1	541,7	158,9	264,2	0,60	1,47	2,62
A3	25-55	0	0	100	27,0	527,8	157,0	288,2	0,54	1,26	2,62
A4	55-100	0	0	100	30,7	512,8	167,7	288,8	0,58	1,19	2,66
A5	100-130	0	0	100	29,1	518,8	150,1	302,0	0,50	1,17	2,67
AB	130-160	0	0	100	25,0	519,0	152,7	303,2	0,50	1,20	2,66
BA	160-210	0	0	100	26,3	515,6	141,6	316,5	0,45	1,30	2,67
Bw	210-270+	0	0	100	23,0	528,0	145,8	303,2	0,48	1,29	2,69

Horizontes	pH (1:2,5) Água	FNa		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)							Valor V (%)	Valor m (%)		
		KCl	30''	2'	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺			H ⁺	Valor T
Ap	4,8	4,3	8,9	9,0	2,05	0,84	0,092	0,016	3,00	0,72	3,05	6,77	44	19
A2	5,2	4,3	8,8	8,9	2,06	0,53	0,076	0,000	2,67	0,60	2,91	6,18	43	18
A3	5,1	4,2	8,9	9,0	1,29	0,50	0,050	0,000	1,84	0,94	2,91	5,69	32	34
A4	4,8	4,2	9,3	9,3	0,20	0,11	0,004	0,000	0,31	1,16	2,30	3,77	8	79
A5	5,0	4,2	9,4	9,5	0,32	0,16	0,000	0,000	0,47	1,06	2,49	4,02	12	69
AB	5,0	4,2	8,9	9,1	0,45	0,10	0,000	0,016	0,56	1,13	1,81	3,50	16	67
BA	4,9	4,1	9,4	9,5	0,27	0,11	0,000	0,034	0,41	0,93	1,52	2,86	14	69
Bw	4,8	4,3	9,2	9,2	0,15	0,07	0,000	0,016	0,23	0,39	0,88	1,50	16	62

Horizontes	C		N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					SiO ₂ / Al ₂ O ₃	SiO ₂ / R ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃
	Orgânico (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)			N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	(Ki)	(Kr)
Ap	16,2	21,9	1,5	14								
A2	17,3	24,5	1,5	16								
A3	15,4	18,7	1,1	17								
A4	9,3	12,2	0,7	18	9,1	10,72	3,58	0,42	0,01	1,44	1,19	
A5	9,6	13,0	3,8	3								
AB	7,7	9,0	7,0	1								
BA	5,7	6,7	8,1	1								
Bw	3,8	4,2	14,5	0	7,7	11,35	3,63	0,44	0,01	1,15	0,96	

PERFIL: 15

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico textura muito argilosa fase floresta tropical relevo ondulado.

LOCALIZAÇÃO: Rod. Fernão Dias – Km 11 – Sentido Atibaia-BH. Lado direito, em uma estrada secundária em direção a Água Cumprida. Atibaia (SP). Coordenadas 22° 55'59.0" S e 46° 26' 38.8" W.

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Trincheira aberta em topo de vertente com 5% de declividade. Topo curto, convexo e alongado. Superfície intermediária entre a zona montanhosa (>altitude) e a zona mais plana (<altitude);

ALTITUDE: m (GPS)

LITOLOGIA e FORMAÇÃO geológica: granitos e ganisses do pré-cambriano com recobrimentos de materiais mais recentes

MATERIAL DE ORIGEM: Pedissedimentos

RELEVO LOCAL: ondulado

RELEVO REGIONAL: Forte ondulado à montanhoso

DRENAGEM: Bem drenado

EROSÃO: Ligeira (sucos e pequenas ravinas decorrentes do pisoteio do gado)

CONTATO LÍTICO: Ausente

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochosa

VEGETAÇÃO: Floresta Tropical

USO ATUAL: Pastagem (já foi muito utilizada para plantação de batatas)

DESCRITO E COLETADO: Flávio A. Marques e Marcia Regina Calegari

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap	0-20 cm	cinzento muito escuro (5YR 3/1, úmida); cinzento-escuro (5YR 4/1, seca); argila; granular pequena, média e grande forte; ligeiramente dura; firme; plástica e pegajosa; transição clara e plana.
A2	20-55 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande moderada que se desfaz em bloco subangular pequena moderada; friável, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
A3	55-110 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande fraca que se desfaz em bloco subangular pequena; macia, muito friável, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
A4	110- 148 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande, moderada que se desfaz em granular, pequena forte; macia, muito friável; plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
AB	148-180 cm	bruno-avermelhado (5YR 4/3, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande, moderada que se desfaz em granular pequena e muito pequena forte; macia, muito friável; plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
BA	180-240 cm	vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande, fraca que se desfaz em granular pequena e muito pequena forte; plástica e pegajosa; difusa e plana.
Bw1	240-300+ cm	vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande fraca à moderada que se desfaz em granular muito pequena forte (microagregados típicos); firme muito plástico e muito pegajoso.

OBSERVAÇÕES:

- Linha nítida de carvão a 160 cm de profundidade; fragmentos centimétricos; e fragmentos distribuídos espaçadamente a 20 e 80 cm profundidade;
- Fragmentos centimétricos de carvão distribuídos aleatoriamente a 105 cm de profundidade;
- Bolsões de areia lavada mais avermelhada (10-20 cm de diâmetro) ao longo dos horizontes A4 e AB;
- Coletados anéis volumétricos de todos os horizontes descritos (em triplicata);
- Presença de cristais de minerais primários, principalmente no Bw;
- Atividade biológica comum de cupins, formigas e minhocas até 150 cm.

RAÍZES

- Muitas finas no Ap e A2;
- Comun finas e muito finas no A3.
- Poucas finas e médias pivotante no A4, AB, BA;

- Raras no Bw.

Perfil 15 - Classificação: Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico textura muito argilosa fase floresta tropical relevo ondulado.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20mm	Cascalho 20-2mm	TFSA <2mm	Areia grossa 2-0,2mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002mm	Argila <0,002 mm		Ds	Dp
Ap	0-20	0	0	100	115,1	170,4	164,6	550,0	0,30	1,20	2,53
A2	20-55	0	0	100	96,8	168,1	132,8	602,2	0,22	0,92	2,59
A3	55-110	0	0	100	92,4	163,2	132,1	612,3	0,22	0,90	2,59
A4	110-148	1	1	98	89,4	169,6	129,1	611,9	0,21	0,86	2,65
AB	148-180	0	1	99	89,0	169,2	128,0	613,9	0,21	0,84	2,63
BA	180-240	0	1	99	78,9	160,4	121,8	638,9	0,19	0,90	2,61
Bw	240-300+	0	1	99	85,6	158,5	103,5	652,3	0,16		2,67

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)								Valor V	Valor m
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	(%)	(%)
Ap	5,2	4,2	1,74	0,71	0,154	0,016	2,62	1,26	4,80	8,68	30	32
A2	5,0	4,2	0,38	0,18	0,009	0,016	0,59	1,34	3,35	5,28	11	70
A3	4,9	4,2	0,36	0,16	0,000	0,016	0,53	1,37	3,02	4,92	11	72
A4	5,1	4,2	0,15	0,18	0,000	0,034	0,36	1,05	2,55	3,96	9	75
AB	5,1	4,3	0,03	0,03	0,000	0,000	0,06	0,81	2,64	3,51	2	93
BA	5,3	4,9	0,16	0,10	0,000	0,000	0,26	0,11	2,01	2,38	11	30
Bw	5,2	5,3	0,14	0,11	0,000	0,016	0,26	0,04	1,60	1,90	14	13

Horizontes	C		N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					SiO ₂ / Al ₂ O ₃	SiO ₂ / R ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃
	Orgânico (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	(Ki)	(Kr)	
Ap	26,7	30,1	2,0	15								
A2	15,9	18,7	5,4	3								
A3	12,9	15,3	9,2	2	17	22,60	8,01	1,15	0,05	1,28	1,04	
A4	9,7	14,1	7,9	2								
AB	7,9	11,5	8,8	1								
BA	6,9	7,8	5,3	1								
Bw	5,1	5,4	7,0	1	20,3	24,50	8,47	1,24	0,05	1,41	1,15	

PERFIL: 16

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Vermelho Distroférico húmico textura muito argilosa fase floresta subtropical relevo plano.

LOCALIZAÇÃO: Linha Três Pontas – Propriedade da empresa Avepar – Xanxerê saída para Abelardo Luz. Xanxerê (SC). Coordenadas 26°52'44.0"S e 52°26'21.7"W.

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Perfil descrito em topo de elevação, plano com <3% de declividade.

ALTITUDE: 811m (GPS)

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Material de alteração de basaltos da Formação Serra Geral – Cretáceo.

MATERIAL DE ORIGEM: Basalto

RELEVO LOCAL: Plano (<3%), vertentes longas e médias, convexas – suaves;

RELEVO REGIONAL: Ondulado (>15 %) à forte ondulado

DRENAGEM: Acentuadamente drenado

EROSÃO: Ausente

CONTATO LÍTICO: Ausente

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochosa

VEGETAÇÃO: Mata subtropical – mista com araucária

USO ATUAL: Mata subtropical secundária

DESCRITO E COLETADO: Márcia Regina Calegari.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A	0-20 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 2,5/2, úmida); muito argilosa; granular grande, forte se desfaz em média e pequena moderada (grumos); ligeiramente dura, firme, plástica e ligeiramente pegajosa a pegajosa; transição clara e plana.
A2	20-50 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmida); muito argilosa; bloco subangular a angular grandes, moderada que se desfazem em bloco subangular médio moderados; ligeiramente dura, firme, plástica e pegajosa; transição clara e plana.
A3	50-70 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmida); muito argilosa; bloco subangular grandes, moderada que se desfazem em bloco subangular pequenas moderada; macia, friável, plástica e pegajosa; transição clara e plana.
AB	70-100 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmida); muito Argilosa; bloco subangular grandes, moderada a fraca; macia, muito friável, plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.
BA	100-120 cm	bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/4, úmida); muito Argilosa; bloco subangular, grande moderada a fraca; que se desfazem em bloco subangular pequenos (microagregados); muito friável, plástica e pegajosa; transição difusa e plana subangular pequenos muito friável, plástica e pegajosa; transição difusa e plana.
Bw1	120-160 cm	vermelho-escuro (2,5YR 3/6 úmida); muito Argilosa; bloco subangular, grande fraca; que se desfazem em bloco subangular pequenos (microagregados) muito friável, plástica e pegajosa; difusa e plana
Bw2	160 -200 cm +	vermelho (2,5YR 4/6, úmida); muito Argilosa; bloco subangular, grande fraca; que se desfazem em bloco subangular pequenos (microagregados) muito friável, plástica e pegajosa; difusa e plana.

OBSERVAÇÕES:

- Presença de micro fragmentos de carvão distribuídos aleatória e espaçadamente ao longo de todo o horizonte A
- Presença de material avermelhado e material mais escuro preenchendo canais ao longo do A3 ;
- Atividade biológica comum ao longo perfil (cupins, aranhas e formigas)
- Coletados anéis volumétricos de todos os horizontes descritos (em triplicata)
- Coletadas caixinhas de Kubierna para micromorfologia (em duplicata)
- Coletas amostras de solo a cada 10 cm (até 100cm) para análise C-13;
- Ocorrências de canais preenchidos com material mais escuro (semelhantes ao do A);

RAÍZES

- Muitas, grossas, médias, finas e muito finas (adensamento de raízes em A);
- Muitas, médias, finas e muito finas em A2, A3;

- Comuns, finas e muito finas, poucas médias e grandes em AB;
- Comuns, finas e muito finas em BA;
- Comum, poucas, finas e médias em Bw1 e Bw2.

Perfil 16 - Classificação: Latossolo Vermelho Distroférico húmico textura muito argilosa fase floresta subtropical relevo plano.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002 mm	Argila <0,002 mm		Ds	Dp
Ap	0-20	0	0	100	5,6	50,2	328,3	615,8	0,53	0,70	2,58
A2	20-50	0	0	100	8,5	43,7	295,1	652,7	0,45	0,65	2,74
A3	50-70	0	0	100	6,6	37,4	252,1	703,9	0,36	0,69	2,76
AB	70-100	0	0	100	7,3	43,6	268,3	680,8	0,39	0,67	2,89
BA	100-120	0	0	100	6,1	33,3	245,4	715,1	0,34	0,76	2,68
Bw1	120-160	0	0	100	6,2	38,8	244,8	710,2	0,34	0,80	2,80
Bw2	160-200+	0	0	100	7,4	46,9	207,3	738,4	0,28	0,83	2,91

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)							Valor V	Valor m	
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	(%)	(%)
Ap	4,1	3,8	0,50	0,30	0,154	0,016	0,97	6,68	7,23	14,88	7	87
A2	4,2	3,8	0,11	0,07	0,066	0,034	0,28	6,14	5,40	11,82	2	96
A3	4,3	3,9	0,09	0,06	0,024	0,016	0,19	5,16	3,78	9,13	2	97
AB	4,4	3,9	0,06	0,04	0,014	0,000	0,12	4,76	3,37	8,25	1	98
BA	4,5	4,0	0,06	0,04	0,004	0,000	0,10	3,88	3,23	7,21	1	97
Bw1	4,4	4,1	0,06	0,03	0,004	0,000	0,09	2,38	2,77	5,24	2	96
Bw2	4,4	4,2	0,10	0,09	0,004	0,000	0,19	1,32	2,15	3,66	5	87

Horizontes	C	N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					SiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	
				Orgânico (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)	N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	Al ₂ O ₃
Ap	42,5	55,7	3,9	14								
A2	31,0	37,2	10,0	4								
A3	17,1	24,8	9,2	3								
AB	15,5	20,8	1,5	14	19,9	22,92	17,41	2,57	0,13	1,48	0,99	
BA	16,4	18,7	1,1	17								
Bw1	10,2	12,9	0,9	14								
Bw2	4,1	5,4	0,6	10	18,5	24,39	18,63	2,61	0,16	1,29	0,87	

PERFIL: 17

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Bruno Distrófico típico A húmico textura muito argilosa fase floresta subtropical relevo ondulado.

LOCALIZAÇÃO: Estrada municipal que liga Abelardo Luz – Araçá , a 5 km de Abelardo, segundo sítio do lado esquerdo da estrada. Abelardo Luz (SC). Coordenadas 26°35'40.5"S e 52°17'00.1"W

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Perfil descrito em terço médio (inferior) da vertente, plano com declive de <6% .

ALTITUDE: 827(GPS)

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Material de alteração de basaltos da Formação Serra Geral – Cretáceo.

MATERIAL DE ORIGEM: Basalto

RELEVO LOCAL: Ondulado (6%), vertente média, convexa – retilínea.

RELEVO REGIONAL: Ondulado (>15 %) à suave ondulado

DRENAGEM: Acentuadamente drenado

EROSÃO: Ligeira (pequenos sulcos)

CONTATO LÍTICO: Ausente

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochosa

VEGETAÇÃO: Mata subtropical – mista com araucária

USO ATUAL: Cultivo de sorgo.

DESCRITO E COLETADO: Márcia Regina Calegari

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A	0-15 cm	bruno muito escuro (7,5YR 2,5/2, úmida); bruno-escuro (7,5YR 4/3, seca); muito argilosa; granular grande, forte (muito alterada pelo escarificador); ligeiramente dura, muito firme, plástica e pegajosa; transição clara e plana.
A2	15-40 cm	bruno muito escuro (7,5YR 2,5/3, úmida); bruno-escuro (7,5YR 4/4, seca); muito argilosa; bloco angular grandes, forte; extremamente firme, muito plástica e pegajosa; transição clara e plana.
A3	40-85 cm	bruno-escuro (7,5YR 3/3, úmida); muito argilosa; bloco subangular grandes, moderada que se desfazem em bloco subangular pequenas moderada; macia, friável, muito plástica e muito pegajosa; transição clara e plana.
AB	85-110 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmida); muito argilosa; bloco subangular grandes, moderada a fraca que se desfazem em bloco subangular pequenos; macia, muito friável, muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.
BA	110-135 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4, úmida); muito argilosa; bloco subangular, grande moderada a fraca; que se desfazem em bloco subangular pequenos (microagregados); muito friável, plástica e pegajosa; transição difusa e plana subangular pequenos muito friável, muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.
Bw1	135-185 cm	vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmida); muito argilosa; bloco subangular, grande fraca; que se desfazem em bloco subangular pequenos (microagregados) muito friável, plástica e pegajosa; difusa e plana
Bw2	185-200 cm +	vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmida); muito argilosa; bloco subangular, grande fraca; que se desfazem em bloco subangular pequenos (microagregados) muito friável, muito plástica e muito pegajosa;

OBSERVAÇÕES:

- Presença de poucos microfragmentos de carvão distribuídos ao longo do perfil;
- Atividade biológica comum ao longo perfil (cupins e formigas)
- Coletados anéis volumétricos de todos os horizontes descritos (em triplicata);
- Ocorrências de canais preenchidos com material mais escuro (semelhantes ao do A);
- Camada compactada de 15 a 40 cm;

RAÍZES

- Médias, finas e muito finas em Ap (restos de culturas); - Comuns finas em A2, A3;
- Poucas finas em AB; - Raras finas BA.

Perfil – 17

Classificação: Latossolo Bruno Distrófico típico A húmico textura muito argilosa fase floresta subtropical relevo ondulado.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002 mm	Argila <0,002 mm			
Ap	0-15	0	0	100	29,5	52,4	275,3	642,8	0,43	1,01	2,54
A2	15-40	0	0	100	23,4	51,4	255,9	669,3	0,38	1,05	2,41
A3	40-85	0	0	100	23,4	38,8	232,0	705,8	0,33	0,92	2,50
AB	85-110	0	0	100	19,7	40,3	232,4	707,6	0,33	0,87	2,54
BA	110-135	0	0	100	18,1	38,0	227,6	716,3	0,32	0,87	2,53
Bw1	135-185	0	0	100	17,9	39,8	238,7	703,6	0,34	0,90	2,58
Bw2	185-200+	0	0	100	19,4	43,1	230,4	707,1	0,33	1,04	2,60

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)							Valor V (%)	Valor m (%)	
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺			Valor T
Ap	6,0	5,3	1,17	4,27	0,684	0,034	6,16	0,04	3,64	9,84	63	1
A2	6,0	5,2	1,11	4,22	0,092	0,034	5,45	0,05	3,51	9,01	60	1
A3	5,2	4,3	2,16	1,69	0,035	0,000	3,88	1,44	4,61	9,93	39	27
AB	4,9	4,1	1,05	0,95	0,014	0,016	2,03	2,32	3,25	7,60	27	53
BA	4,9	4,1	0,30	0,41	0,009	0,016	0,73	2,45	2,43	5,61	13	77
Bw1	4,8	4,2	0,24	0,25	0,009	0,000	0,50	2,01	2,13	4,64	11	80
Bw2	4,8	4,2	0,10	0,12	0,004	0,000	0,22	1,74	1,58	3,54	6	89

Horizontes	C		N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					SiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃
	Orgânico (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)			N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	Al ₂ O ₃	R ₂ O ₃
Ap	40,2	42,6	3,6	12								
A2	33,1	34,3	2,1	16								
A3	18,6	22,7	1,2	19								
AB	13,0	14,8	0,9	17	21,9	25,55	13,08	1,90	0,10	1,46	1,10	
BA	9,9	11,5	0,6	18								
Bw1	7,7	8,6	0,6	15								
Bw2	5,3	5,3	0,4	15	24,6	26,28	12,44	1,96	0,10	1,59	1,22	

PERFIL 18

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Vermelho Distrófico húmico textura muito argilosa fase floresta subtropical relevo suave ondulado.

LOCALIZAÇÃO: Chapecó – saída para São Carlos – 200 metros do Posto Policial ainda dentro do perímetro urbano. Área de proteção ambiental. Chapecó (SC). Coordenadas 27°55'32.1" S e 52° 41' 15.3" W.

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Trincheira aberta na média-alta vertente com 8-12% de declividade. Vertente longa convexa retilínea.

ALTITUDE: 632 m (GPS)

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Basalto. Formação Serra Geral. Cretáceo

MATERIAL DE ORIGEM: Alteração do basalto

RELEVO LOCAL: Ondulado

RELEVO REGIONAL: Ondulado à forte ondulado

DRENAGEM: Bem drenado

EROSÃO: Ligeira

CONTATO LÍTICO: Ausente

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochosa

VEGETAÇÃO: Floresta subtropical mista com araucária

USO ATUAL: Cultivo de Erva-Mate

DESCRITO E COLETADO: Flávio A. Marques e Marcia Regina Calegari .

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap	0-25 cm	vermelho-escuro-acinzentado (2,5YR 3/2, úmida); muito argilosa; granular pequena, média e grande moderada a forte; muito friável; plástica e pegajosa; transição clara e plana.
A2	25-55 cm	vermelho muito escuro-acinzentado (2,5YR 2.5/3, úmida); muito argilosa; bloco subangular a angular grande moderada que se desfaz em bloco subangular médio fraca; friável, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
A3	55-95 cm	vermelho-escuro-acinzentado (2,5YR 3/2, úmida); muito argilosa; bloco subangular a angular grande moderada que se desfaz em bloco subangular médio moderada; muito friável; plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
AB	95-125 cm	vermelho-escuro-acinzentado (2,5YR 3/2, úmida); muito argilosa; bloco subangular à angular grande moderada que se desfaz em bloco subangular médio fraca; friável, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
BA	125-145 cm	bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/3, úmida); muito argilosa; bloco subangular à angular grande moderada que se desfaz em bloco subangular pequeno fraca; friável, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
Bw1	145-180 cm	vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande, fraca que se desfaz em granular pequena e muito pequena forte; plástica e pegajosa; difusa e plana.
Bw2	180-200+ cm	vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande fraca à moderada que se desfaz em granular muito pequena forte (microagregados típicos); firme muito plástico e muito pegajoso.

OBSERVAÇÕES:

- Coletados anéis volumétricos de todos os horizontes descritos (em triplicata);
- Perfil descrito úmido depois de dias seguidos de chuva intensa e continua (>200mm)
- Dúvida: aparentemente havia brilho nos agregados maiores, mas poderia ser decorrente da umidade;
- Intensa atividade biológica nos horizontes Ap, A2 e A3.
- Presença de canais grandes (>4cm de diâmetro) vazios e outros preenchidos com marterial mais microagregado;

RAÍZES

- Muitas finas no Ap, A2 e A3;
- Comun finas e muito finas no AB e BA.
- Poucas finas e médias pivotante no Bw.

Perfil 18 - Classificação: Latossolo Vermelho Distrófico húmico textura muito argilosa fase floresta subtropical relevo suave ondulado.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002 mm	Argila <0,002 mm		Ds	Dp
Ap	0-25	0	0	100	4,1	34,6	257,0	704,3	0,36	0,88	2,40
A2	25-55	0	0	100	4,0	35,6	272,0	688,4	0,40	0,92	2,50
A3	55-95	0	0	100	4,8	35,4	247,1	712,8	0,35	0,98	2,56
AB	95-125	0	0	100	5,0	24,4	211,7	758,9	0,28	1,10	2,50
BA	125-145	0	0	100	4,3	31,0	202,7	762,1	0,27	1,05	2,60
Bw1	145-180	0	0	100	5,5	34,6	183,4	776,4	0,24	1,06	2,69
Bw2	180-200+	0	0	100	5,5	34,0	182,5	778,0	0,23	1,06	2,72

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)							Valor V	Valor m	
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	(%)	(%)
Ap	4,3	3,9	0,84	0,09	0,056	0,016	1,00	5,23	4,29	10,52	10	84
A2	4,6	4,0	1,07	0,01	0,030	0,000	1,11	4,78	4,02	9,91	11	81
A3	4,7	3,9	0,40	0,00	0,009	0,000	0,41	4,86	2,77	8,04	5	92
AB	4,8	4,0	0,17	0,01	0,014	0,000	0,20	4,66	2,17	7,03	3	96
BA	4,9	4,1	0,15	0,03	0,009	0,000	0,18	3,15	1,58	4,91	4	94
Bw1	5,2	4,2	0,00	0,00	0,009	0,000	0,01	1,88	1,59	3,48	0	100
Bw2	5,3	4,2	0,00	0,00	0,009	0,000	0,01	1,52	1,57	3,10	0	99

Horizontes	C		N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					SiO ₂ / Al ₂ O ₃	SiO ₂ / R ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃
	Orgânico (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)			N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	(Ki)	(Kr)
Ap	33,2	35,7	2,6	14								
A2	21,2	27,2	1,5	18								
A3	17,9	19,4	1,0	20								
AB	15,8	15,5	0,8	19	24,4	25,44	12,76	1,88	0,08	1,63	1,23	
BA	10,1	9,2	0,7	13								
Bw1	4,9	5,2	4,7	1								
Bw2	4,4	4,0	4,7	1	25,4	26,07	13,82	1,94	0,08	1,66	1,24	

PERFIL: 19

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Vermelho Distrófico húmico textura muito argilosa fase floresta subtropical relevo ondulado.

LOCALIZAÇÃO: BR 282, Km 514 a 19 km de da entrada de Chapecó no sentido Xaxim. Bairro Diadema. Xaxim (SC). Coordenadas 26°55'57.6" S e 52° 29' 50.7" W.

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Perfil descrito em corte de estrada em topo de elevação, 12-15% de declividade. Vertente longa retilínea.

ALTITUDE: 821 m (GPS)

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Basalto. Formação Serra Geral. Cretáceo

MATERIAL DE ORIGEM: Alteração do basalto

RELEVO LOCAL: Ondulado

RELEVO REGIONAL: Ondulado a forte ondulado

DRENAGEM: Bem drenado

EROSÃO: Ligeira

CONTATO LÍTICO: Ausente

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochosa

VEGETAÇÃO: Floresta subtropical mista com araucária

USO ATUAL: Área abandonada com muitas samambaias e xaxins.

DESCRITO E COLETADO: Flávio A. Marques e Marcia Regina Calegari.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A	0-25 cm	vermelho muito escuro-acinzentado (10R 2,5/2, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande que se desfaz em bloco pequeno e médio fraca; friável; plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
A2	25- 65 cm	vermelho escuro-acinzentado (10R 3/2, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande que se desfaz em bloco pequeno e médio moderada; friável; plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
AB	65- 85 cm	vermelho escuro-acinzentado (10R 3/3, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande moderada que se desfaz em bloco subangular pequena e média moderada; firme; plástica e pegajosa; transição clara e plana.
BA	85- 110 cm	vermelho escuro-acinzentado (10R 3/4, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande fraca a moderada que se desfaz em bloco subangular pequena a muito pequena forte (microagregados); friável, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
Bw1	110-180 cm	bruno-avermelhado-escuro(2,5YR 3/4, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande fraca a moderada que se desfaz em blocos subangulares pequenos a muito pequena forte (microagregados); muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.
Bw2	180-210+ cm	vermelho (2,5YR 4/6, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande fraca a moderada que se desfaz em blocos subangulares pequenos a muito pequena forte (microagregados); friável muito plástico e muito pegajoso.

OBSERVAÇÕES:

- Coletados anéis volumétricos de todos os horizontes descritos (em triplicata);
- Perfil descrito úmido;

RAÍZES

- Muitas, finas e médias, pivotantes e fasciculadas no Ap, A2, A3 e AB;
- Comuns, finas e muito finas e fasciculadas no AB e BA.
- Poucas, finas e médias pivotantes no Bw.

Perfil 19 - Classificação: Latossolo Vermelho Distrófico húmico textura muito argilosa fase floresta subtropical relevo ondulado.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002 mm	Argila <0,002 mm	Ds	Dp	
Ap	0-25	0	0	100	6,2	35,0	295,9	662,9	0,45	0,88	2,42
A2	25-65	0	0	100	4,3	27,2	259,2	709,3	0,37	0,90	2,47
AB	65-85	0	0	100	5,4	30,1	242,7	721,8	0,34	0,98	2,41
BA	85-110	0	0	100	6,2	38,5	253,5	701,7	0,36	1,15	2,57
Bw1	110-180	0	0	100	9,8	43,6	286,1	660,6	0,43	1,22	2,62
Bw2	180-210+	0	0	100	6,2	36,9	249,6	707,4	0,35	1,03	2,34

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)							Valor V	Valor m	
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	(%)	(%)
Ap	4,3	3,9	0,13	0,06	0,024	0,016	0,24	4,44	4,43	9,11	3	95
A2	4,5	3,9	0,00	0,03	0,004	0,016	0,05	4,56	3,65	8,26	1	99
AB	4,7	3,9	0,00	0,04	0,000	0,016	0,06	4,22	2,15	6,43	1	99
BA	4,9	4,0	0,00	0,00	0,024	0,016	0,04	2,98	1,99	5,01	1	99
Bw1	5,0	4,1	0,00	0,00	0,014	0,016	0,03	2,44	1,97	4,44	1	99
Bw2	5,2	4,2	0,00	0,01	0,004	0,016	0,02	1,34	2,00	3,36	1	98

Horizontes	C		N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					SiO ₂ Al ₂ O ₃	SiO ₂ R ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃
	Orgânico (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)			N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	(Ki)	(Kr)
Ap	22,0	28,1	1,8	16								
A2	16,2	22,6	1,2	19								
AB	10,7	15,9	0,8	19								
BA	8,5	11,3	0,7	16								
Bw1	7,5	8,4	7,8	1								
Bw2	3,8	4,6	8,3	1	24,6	23,55	17,68	2,09	0,13	1,78	1,20	

PERFIL 20

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Bruno Ácrico típico A húmico textura muito argilosa fase floresta subtropical relevo suave ondulado.

LOCALIZAÇÃO: Parque das Araucárias – Guarapuava . Rodovia 277, entrada da cidade (sentido Guarapuava-Cascavel). Guarapuava (PR). Coordenadas 25°21'09.1" S e 51° 28' 01.3" W.

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Perfil descrito em trincheira aberta no topo da vertente, <3% de declividade.

Vertente longa convexa-retilínea.

ALTITUDE: 1079 m (GPS)

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Basalto. Formação Serra Geral. Cretáceo

MATERIAL DE ORIGEM: Alteração do basalto

RELEVO LOCAL: Suave ondulado

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado

DRENAGEM: Bem drenado

EROSÃO: Não aparente

CONTATO LÍTICO: Ausente

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochosa

VEGETAÇÃO: Floresta subtropical mista com araucária (Ombrófila Mista)

USO ATUAL: Área de Preservação Permanente (Parque ambiental)

DESCRITO E COLETADO: Flávio A. Marques e Marcia Regina Calegari

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A	0-35 cm	vermelho-escuro-acinzentado (2,5YR 3/1, úmida); bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, seca); muito argilosa; granular grande forte moderada que se desfaz em granular muito pequena moderada a fraca; friável; plástica e pegajosa; transição clara e plana.
A2	35-60 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 2,5/3, úmida); bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, seca); muito argilosa; bloco subangular grande fraca que se desfaz em granular pequena muito pequena moderada a fraca; friável; plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
A3	60- 90 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmida); bruno-avermelhado (5YR 4/4, seca); muito argilosa; bloco subangular grande moderada que se desfaz em bloco subangular pequena e muito pequena moderada; firme; plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
AB	90-120 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande fraca que se desfaz em bloco subangular pequena a muito pequena fraca; friável, muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.
BA	120-140 cm	bruno-avermelhado-escuro (4YR 3/4, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande fraca a moderada que se desfaz em blocos subangulares pequenos a muito pequena forte (microagreados); muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.
Bw1	140-205+ cm	vermelho-amarelado(2,5YR 3/6, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande fraca a moderada que se desfaz em blocos subangulares pequenos a muito pequena forte (microagreados); friável muito plástico e muito pegajoso.

OBSERVAÇÕES:

- Coletados anéis volumétricos de todos os horizontes descritos (em triplicata);
- Perfil descrito úmido. Cor seca obtida posteriormente.
- Ocorrência de canais preenchidos com material do A, principalmente a 70cm de profundidade , com diâmetro entre 2,0 e 2,5 cm.
- Observa-se fendilhamento no horizonte A;
- Observa-se maior porosidade (macroporos) nos horizontes AB e BA

RAÍZES

- Muitas, finas e médias, pivotantes e fasciculadas no A, A2, A3 e AB;
- Comuns, finas e muito finas, fasciculadas no AB e BA.
- Poucas, muito finas pivotante no Bw.

Perfil 20 - Classificação: Latossolo Bruno Ácrico típico A húmico textura muito argilosa fase floresta subtropical relevo suave ondulado.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20mm	Cascalho 20-2mm	TFSA <2mm	Areia grossa 2-0,2mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002mm	Argila <0,002 mm		Ds	Dp
Ap	0-35	0	0	100	15,4	36,9	338,9	608,8	0,56	0,76	2,63
A2	35-60	0	0	100	13,6	30,0	295,1	661,3	0,45	0,77	2,66
A3	60-90	0	0	100	13,8	29,0	296,7	660,5	0,45	0,77	2,66
AB	90-120	0	0	100	11,4	27,8	313,2	647,6	0,48	0,83	2,69
BA	120-140	0	1	99	12,7	28,4	283,6	675,2	0,42	0,89	2,72
Bw	140-205+	0	1	99	14,2	33,0	236,9	716,0	0,33	1,16	2,83

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)							Valor V	Valor m	
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	(%)	(%)
Ap	4,6	4,1	0,41	0,56	0,112	0,000	1,09	2,03	6,53	9,65	11	65
A2	4,9	4,2	0,06	0,79	0,024	0,016	0,88	1,17	4,56	6,61	13	57
A3	4,9	4,3	0,00	0,54	0,014	0,016	0,57	0,63	4,41	5,61	10	53
AB	5,0	4,6	0,00	0,23	0,034	0,016	0,28	0,20	4,03	4,51	6	42
BA	5,4	5,1	0,00	0,02	0,345	0,034	0,40	0,06	2,80	3,26	12	13
Bw	5,4	5,4	0,01	0,03	0,211	0,016	0,27	0,07	1,87	2,21	12	21

Horizontes	C		N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$	$\frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$
	Orgânico (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)			N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	(Ki)	(Kr)
Ap	30,2	41,4	2,2	19								
A2	16,6	24,9	1,3	20								
A3	13,4	21,1	0,9	23	10,7	29,12	15,02	2,12	0,10	0,62	0,47	
AB	13,0	17,8	0,9	20								
BA	9,1	12,5	12,6	1								
Bw	4,7	5,7	11,5	1	13,1	30,81	15,21	2,02	0,11	0,72	0,55	

PERFIL 21

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Vermelho-Amarelo Ácrico húmico textura muito argilosa fase floresta subtropical relevo suave ondulado.

LOCALIZAÇÃO: Parque das Araucárias – Guarapuava. Rodovia 277, entrada da cidade (sentido Guarapuava- Cascavel). Guarapuava (PR). Coordenadas 25°21'14.1" S e 51° 27' 57.8" W.

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Perfil descrito em trincheira aberta no terço inferior da vertente, <2% de declividade. Vertente longa convexa-retilínea.

ALTITUDE: 1062 m (GPS)

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Basalto. Formação Serra Geral. Cretáceo

MATERIAL DE ORIGEM: Alteração do basalto

RELEVO LOCAL: Suave ondulado

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado

DRENAGEM: Bem drenado

EROSÃO: Não aparente

CONTATO LÍTICO: Ausente

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochosa

VEGETAÇÃO: Floresta subtropical mista com araucária (Ombrófila Mista)

USO ATUAL: Área de Preservação Permanente (Parque ambiental)

DESCRITO E COLETADO: Flávio A. Marques e Marcia Regina Calegari

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A	0-23 cm	bruno-escuro (7,5YR 4/3, úmida); bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, seca); muito argilosa; granular grande forte moderada que se desfaz em bloco subangular pequena a muito pequena fraca; dura, friável; plástica e pegajosa; transição clara e plana.
A2	23-55 cm	bruno-escuro (7,5YR 4/4, úmida); bruno-avermelhado (5YR 4/3, seca); muito argilosa; bloco subangular grande moderada; ligeiramente dura; friável; plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
AB	55-80 cm	bruno-escuro (7,5YR 3/4, úmida); bruno-avermelhado (5YR 4/3, seca); muito argilosa; bloco subangular grande moderada que se desfaz em bloco subangular pequena e muito pequena moderada à forte; ligeiramente dura; muito friável; plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
BA	80-100 cm	vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande moderada que se desfaz em bloco subangular pequena a muito pequena forte (microagregado); macia; muito friável, muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.
Bw1	100-160 cm	vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande moderada que se desfaz em blocos subangulares pequenos a muito pequena forte (microagregados); friável; muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.
Bw2	160-205+ cm	vermelho (2,5YR 4/6, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande moderada a fraca que se desfaz em blocos subangulares pequenos a muito pequena forte (microagregados); firme; muito plástico e muito pegajoso.

OBSERVAÇÕES:

- Coletados anéis volumétricos de todos os horizontes descritos (em triplicata);
- Perfil descrito úmido.

RAÍZES

- Muitas, finas e médias, pivotantes e fasciculadas no A, A2;
- Comuns, finas e muito finas, fasciculadas e médias pivotantes AB e BA.
- Raras, finas pivotantes no Bw.

Perfil 21 - Classificação: Latossolo Vermelho-Amarelo Ácrico húmico textura muito argilosa fase floresta subtropical relevo suave ondulado.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002 mm	Argila <0,002 mm		Ds	Dp
Ap	0-23	0	0	100	11,8	33,1	322,2	632,9	0,51	0,84	2,38
A2	23-55	0	0	100	9,3	26,6	281,1	683,0	0,41	0,80	2,43
AB	55-80	0	0	100	8,3	24,6	287,9	679,3	0,42	0,79	2,47
BA	80-100	0	0	100	8,7	25,5	274,2	691,5	0,40	0,76	2,44
Bw1	100-160	0	0	100	7,9	28,7	251,5	711,9	0,35	0,93	2,40
Bw2	160-205+	0	0	100	9,5	28,8	241,4	720,2	0,34	1,01	2,50

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)							Valor V	Valor m	
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	(%)	(%)
Ap	4,7	4,2	0,25	0,59	0,102	0,016	0,97	1,62	5,70	8,29	12	63
A2	4,8	4,3	0,32	0,18	0,019	0,000	0,52	1,36	4,18	6,06	9	72
AB	5,0	4,4	0,16	0,10	0,004	0,000	0,26	0,85	3,92	5,03	5	76
BA	5,0	4,7	0,07	0,05	0,000	0,000	0,12	0,24	3,68	4,04	3	67
Bw1	5,1	5,0	0,06	0,05	0,004	0,000	0,11	0,04	2,74	2,89	4	27
Bw2	5,3	5,2	0,02	0,02	0,004	0,000	0,05	0,04	2,34	2,43	2	47

Horizontes	C		N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$
	Orgânico (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)			N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	(Ki)	(Kr)
Ap	28,9	36,3	2,2	16								
A2	16,5	22,0	1,1	19								
AB	14,4	17,6	0,8	21	13,4	28,28	12,53	2,07	0,08	0,81	0,63	
BA	12,6	14,3	0,7	21								
Bw1	6,8	7,3	0,4	17								
Bw2	4,3	5,0	0,3	15	14,8	29,23	13,32	2,10	0,08	0,86	0,67	

PERFIL 22

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Bruno distrófico típico A húmico textura muito argilosa fase floresta subtropical relevo suave ondulado.

LOCALIZAÇÃO: Parque das Araucárias – Guarapuava . Rodovia 277, entrada da cidade (sentido Guarapuava-Cascavel). Guarapuava (PR).

Coordenadas 25°20'59" S e 51° 28' 09" W.

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Perfil descrito em trincheira aberta no terço inferior da vertente, 10% de declividade (próximo a uma cabeceira de drenagem). Vertente longa convexa-retilínea.

ALTITUDE: 1046 m (GPS)

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Basalto. Formação Serra Geral. Cretáceo

MATERIAL DE ORIGEM: Alteração do basalto

RELEVO LOCAL: Suave ondulado

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado

DRENAGEM: Bem drenado

EROSÃO: Não aparente

CONTATO LITICO: Ausente

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochosa

VEGETAÇÃO: Floresta subtropical mista com araucária (Ombrófila Mista)

USO ATUAL: Área de Preservação Permanente (Parque ambiental)

DESCRITO E COLETADO: Flávio A. Marques e Marcia Regina Calegari

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A	0-15 cm	bruno muito escuro(7,5YR 2,5/2, úmida); bruno (7,5YR 4/3, seca); argila; granular grande forte moderada que se desfaz em bloco subangular pequena a muito pequena forte; macia, muito friável; plástica e pegajosa; transição clara e plana.
A2	15-45 cm	bruno-escuro (5YR 3/2, úmida); argila; bloco subangular grande e média moderada; ligeiramente dura; friável; plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
AB	45-90 cm	bruno-escuro (7,5YR 3/3, úmida); muito argilosa; bloco subangular média a grande moderada; friável; muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.
BA	90-110 cm	bruno-escuro (7,5YR 3/4, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande moderada que se desfaz em bloco subangular pequena a muito pequena forte (microagregados); friável, muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.
Bw1	110-160 cm	bruno-forte (7,5YR 4/6, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande moderada que se desfaz em blocos subangulares pequenos a muito pequena forte (microagregados); friável; muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.
BC	160-210+ cm	Bruno-amarelado (10YR 5/4, úmida); argila; bloco subangular grande moderada a fraca que se desfaz em blocos subangulares; firme; muito plástico e muito pegajoso.

OBSERVAÇÕES:

- Coletados anéis volumétricos de todos os horizontes descritos (em triplicata);
- Cores amareladas/acinzentadas no horizonte BC, fundo da trincheira (160cm) ;
- Perfil descrito úmido.

RAÍZES

- Muitas, finas, médias e grossas pivotantes e fasciculadas no A e A2;
- Comuns, finas e muito finas, fasciculadas e médias pivotantes AB e BA.
- Raras, finas e pivotantes no Bw.

Perfil 22 - Classificação: Latossolo Bruno distrófico típico A húmico textura muito argilosa fase floresta subtropical relevo suave ondulado.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20mm	Cascalho 20-2mm	TFSA <2mm	Areia grossa 2-0,2mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002mm	Argila <0,002 mm		Ds	Dp
Ap	0-15	0	1	99	19,2	54,4	380,9	545,5	0,70	0,68	2,43
A2	15-45	0	0	100	18,9	48,8	348,6	583,7	0,60	0,82	2,47
A3	45-90	0	0	100	19,6	44,4	304,6	631,5	0,48	0,80	2,48
AB	90-110	0	1	99	23,4	39,9	305,4	631,4	0,48	0,95	2,51
Bw1	110-160	0	0	100	16,6	44,2	330,3	608,9	0,54	1,09	2,55
Bw2	160-210+	0	0	100	22,0	87,2	389,2	501,7	0,78	1,29	2,68

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)								Valor V	Valor m
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	(%)	(%)
Ap	4,4	4,0	0,22	0,38	0,138	0,016	0,76	3,13	6,45	10,34	7	80
A2	4,6	4,1	0,35	0,12	0,045	0,016	0,52	3,07	5,28	8,87	6	85
A3	4,5	4,1	0,38	0,07	0,014	0,016	0,48	2,21	4,26	6,95	7	82
AB	4,9	4,3	0,16	0,04	0,004	0,000	0,20	1,21	4,17	5,58	4	86
Bw1	5,0	4,7	0,09	0,07	0,004	0,000	0,17	0,20	3,49	3,86	4	55
Bw2	5,0	4,3	0,05	0,03	0,000	0,000	0,08	0,69	2,77	3,54	2	89

Horizontes	C		N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					SiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃
	Orgânico	Total								Al ₂ O ₃	R ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
	(g kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	(Ki)	(Kr)	
Ap	27,7	49,9	3,8	13								
A2	29,5	35,3	2,3	15								
A3	18,2	27,2	1,5	19	13,3	26,07	12,48	2,11	0,09	0,87	0,66	
AB	15,0	18,5	0,9	20								
Bw1	10,2	12,6	0,6	20								
Bw2	3,4	3,7	0,3	12	14,3	21,66	10,24	2,47	0,13	1,12	0,86	

PERFIL 23

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Bruno Distrófico típico A húmico textura argilosa fase floresta subtropical relevo suave ondulado.

LOCALIZAÇÃO: Colégio Agrícola de Castro – Estrada de acesso ao colégio e a Fundação ABC. Castro (PR). Coordenadas 24°47'03.35" S e 49° 58' 09" W.

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Perfil descrito em trincheira aberta na média alta vertente <10% de declividade

ALTITUDE: 993 m (GPS)

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Granito. Pré-Cambriano

MATERIAL DE ORIGEM: Alteração do granito

RELEVO LOCAL: Suave ondulado

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado

DRENAGEM: Bem drenado

EROSÃO: Não aparente

CONTATO LÍTICO: Ausente

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochosa

VEGETAÇÃO: Floresta subtropical mista com araucária (Ombrófila Mista) nos topos e campos nas partes baixas.

USO ATUAL: Cultivo de Soja.

DESCRITO E COLETADO: Flávio A. Marques e Marcia Regina Calegari

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap	0-40 cm	cinzento muito escuro (7,5YR 2,5/1, úmida); argiloarenosa; bloco subangular grande moderada que se desfaz em bloco subangular médio moderada; friável; plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
A2	40-55 cm	cinzento muito escuro (7,5YR 3/1, úmida); argiloarenosa; bloco subangular a angular grande moderada que se desfaz em subangular médio moderado; muito friável; plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
AB	55-80 cm	bruno-escuro (7,5YR 3/3, úmida); argiloarenosa; bloco subangular média a grande moderada; muito friável; plástica e pegajosa; transição difusa e plana.
BA	80-110 cm	bruno (7,5YR 4/4, úmida); argiloarenosa; bloco subangular grande moderada que se desfaz em bloco subangular pequena a muito pequena forte (microagregados); muito friável, muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.
Bw1	110-160 cm	vermelho-amarelo (5YR 4/6, úmida); argila; bloco subangular grande moderada que se desfaz em blocos subangulares pequenos a muito pequena forte (microagregados); friável; muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.
Bw2	160-200+ cm	vermelho (2,5YR 4/6, úmida); argila; bloco subangular grande moderada a fraca que se desfaz em blocos subangulares pequenos a muito pequena forte (microagregados); firme; muito plástico e muito pegajoso.

OBSERVAÇÕES:

- Coletados anéis volumétricos no interior de todos os horizontes descritos (em triplicata);
- Perfil descrito úmido;
- Compactação nos horizontes Ap e A2.
- Ocorrência de manchas mais escuras em meio a matriz do BA e Bw1 e manchas vermelhas (2,5YR 4/6) no AB. Estas manchas apresentam diâmetro de 3 cm.

RAÍZES

- Poucas, média finas Ap e A2;
- Raras no AB;
- Ausente nos demais horizontes.

Perfil 23 - Classificação: Latossolo Bruno Distrófico típico A húmico textura argilosa fase floresta subtropical relevo suave ondulado.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20mm	Cascalho 20-2mm	TFSA <2mm	Areia grossa 2-0,2mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002mm	Argila <0,002 mm		Ds	Dp
Ap	0-40	0	0	100	175,7	320,8	128,8	374,7	0,34	1,33	2,52
A2	40-55	0	0	100	161,6	322,0	117,7	398,6	0,30	1,21	2,55
AB	55-80	0	0	100	124,8	340,3	122,9	412,0	0,30	1,26	2,57
BA	80-110	0	0	100	137,1	308,3	116,9	437,7	0,27	1,17	2,57
Bw1	110-160	0	0	100	127,0	306,4	116,7	449,9	0,26	1,32	2,61
Bw2	160-200+	0	0	100	143,7	314,9	75,3	466,0	0,16	1,34	2,66

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)							Valor V	Valor m	
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	(%)	(%)
Ap	5,0	4,4	0,54	0,94	0,108	0,006	1,59	0,65	5,35	7,59	21	29
A2	5,1	4,4	1,76	0,74	0,004	0,006	2,51	0,87	4,67	8,05	31	26
AB	5,1	4,4	1,23	0,84	0,000	0,006	2,07	0,66	3,65	6,38	32	24
BA	5,2	4,5	0,93	0,67	0,000	0,000	1,60	0,44	2,82	4,86	33	22
Bw1	5,2	4,8	0,29	0,37	0,000	0,000	0,65	0,14	2,12	2,91	22	18
Bw2	5,2	5,3	0,21	0,23	0,000	0,000	0,44	0,02	1,49	1,95	22	4

Horizontes	C		N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$
	Orgânico (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)			N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	(Ki)	(Kr)
	Ap	23,1	40,2	2,1	20							
A2	19,0	28,4	1,0	28								
AB	12,8	19,9	9,1	2	7,3	16,82	4,70	0,53	0,03	0,74	0,63	
BA	8,4	14,1	0,6	23								
Bw1	8,0	9,4	0,5	19								
Bw2	5,2	5,9	0,3	17	9,7	19,98	4,83	0,55	0,02	0,83	0,71	

PERFIL 24

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Vermelho Ácrico húmicos textura argilosa fase floresta subtropical relevo suave ondulado.

LOCALIZAÇÃO: Colégio Agrícola de Castro – Estrada de acesso ao colégio e a Fundação ABC. Castro-PR. Coordenadas 24°47'12.2" S e 49° 58' 09.7" W.

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Perfil descrito em trincheira aberta no topo da vertente <2% de declividade
ALTITUDE: 1013 m (GPS)

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Granito. Pré-Cambriano

MATERIAL DE ORIGEM: Alteração do granito

RELEVO LOCAL: Suave ondulado

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado

DRENAGEM: Acentuadamente drenado

EROSÃO: Não aparente

CONTATO LÍTICO: Ausente

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochosa

VEGETAÇÃO: Floresta subtropical mista com araucária (Ombrófila Mista) nos topos e campos nas partes baixas.

USO ATUAL: Cultivo de Milho.

DESCRITO E COLETADO: Flávio A. Marques e Marcia Regina Calegari.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap	0-35 cm	bruno-escuro (7,5YR 3/2, úmida); argiloarenosa; bloco angular grande a muito grande; friável; plástica e pegajosa; transição clara e plana.
A2	35-70 cm	bruno-escuro (7,5YR 3/3, úmida); argila; bloco subangular grande moderada que se desfaz em subangular média moderada e pequena fraca; friável; plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
AB	70-105 cm	bruno (7,5YR 4/4, úmida); argila; bloco subangular grande moderada que se desfaz em subangular média moderada e pequena fraca; friável; plástica e pegajosa; transição difusa e plana.
BA	105-140 cm	vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmida); argila; bloco subangular grande a muito grande moderada que se desfaz em bloco subangular pequena a muito pequena forte (microagregados); muito friável, plástica e pegajosa; transição difusa e plana.
Bw1	140-180 cm	vermelho (2,5YR, 4/6 úmida); argila; bloco subangular grande a muito grande moderada que se desfaz em bloco subangular pequena a muito pequena forte (microagregados); muito friável, plástica e pegajosa; transição difusa e plana.
Bw2	180-205+ cm	vermelho (10R, 4/6 úmida); argila; bloco subangular grande a muito grande moderada que se desfaz em bloco subangular pequena a muito pequena forte (microagregados); muito friável, plástica e pegajosa.

OBSERVAÇÕES:

- Coletados anéis volumétricos de todos os horizontes descritos (em triplicata);
- Perfil descrito úmido;
- Indícios de policromia ao longo do perfil. Muito vermelho na base.
- Compactação nos horizontes Ap e A2.
- O horizonte Ap apresenta sinais de coluvionamento:
 - 0-15cm camada mais escura (7,5YR 3/2);
 - 15-25cm camada mais clara (7,5 YR 3/3) e;
 - 25-30cm camada mais escura novamente.

RAÍZES

- Muitas, finas e médias fasciculadas no Ap, A2;
- Comuns, finas fasciculadas no AB;
- Raras no Bw.

Perfil 24 - Classificação: Latossolo Vermelho Ácrico húmicos textura argilosa fase floresta subtropical relevo suave ondulado.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002 mm	Argila <0,002 mm	Ds	Dp	
Ap	0-35	0	0	100	144,4	279,4	141,6	434,7	0,33	1,40	2,56
A2	35-70	0	0	100	141,2	238,4	151,4	469,0	0,32	1,12	2,57
AB	70-105	0	0	100	115,2	230,9	150,7	503,1	0,30	1,06	2,61
BA	105-140	0	0	100	110,4	230,9	130,6	528,1	0,25	1,04	2,60
Bw1	140-180	0	0	100	129,3	216,3	138,8	515,6	0,27	1,13	2,63
Bw2	180-205+	0	0	100	135,9	228,1	116,9	519,1	0,23	1,20	2,65

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)							Valor V	Valor m	
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	(%)	(%)
Ap	5,5	4,7	5,86	3,86	0,246	0,006	9,98	0,15	4,38	14,51	69	1
A2	5,4	4,6	1,74	0,84	0,047	0,006	2,63	0,31	4,08	7,02	37	11
AB	5,3	4,7	1,24	0,92	0,004	0,006	2,17	0,19	3,35	5,71	38	8
BA	5,1	4,8	0,27	0,30	0,000	0,006	0,58	0,15	2,70	3,43	17	21
Bw1	5,1	5,2	0,24	0,22	0,000	0,000	0,46	0,03	2,13	2,62	18	6
Bw2	4,9	5,6	0,22	0,21	0,000	0,021	0,45	0,01	1,69	2,15	21	2

Horizontes	C		N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$
	Orgânico (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)			N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	(Ki)	(Kr)
	Ap	21,1	39,0	2,3	17							
A2	19,2	23,4	1,1	21								
AB	12,9	16,4	0,8	22	11	21,76	6,99	0,91	0,02	0,86	0,71	
BA	9,8	13,6	0,6	22								
Bw1	7,6	9,6	0,5	18								
Bw2	5,8	7,8	0,4	19	8,7	23,13	7,38	0,92	0,02	0,64	0,53	

PERFIL: 25

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Vermelho Distrófico húmico textura muito argilosa fase floresta subtropical revelo suave ondulado.

LOCALIZAÇÃO: Estação do IAPAR. Rodovia do Café, km 496. Av. Presidente Kennedy, s/nº. Ponta Grossa (PR).

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Perfil descrito em trincheira aberta no terço inferior da vertente <2% de declividade. Coordenadas 25° 08'52.99"Lat Sul; 50°09'04.23 Long W

ALTITUDE:812 metros

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Folhelho Ponta Grossa

MATERIAL DE ORIGEM: Alteração do folhelho

RELEVO LOCAL: Suave ondulado

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado

DRENAGEM: Acentuadamente drenado

EROSÃO: Não aparente

CONTATO LITICO: Ausente

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochosa

VEGETAÇÃO: Floresta subtropical mista com araucária (Ombrófila Mista) nos topos e campos nas parte baixas.

USO ATUAL: Mata ciliar

DESCRITO E COLETADO: Flávio A. Marques e Marcia Regina Calegari

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A	0-10 cm	cinzento-avermelhado-escuro (10R 3/1, úmida); argila; Granular grande forte que se desfaz em média e pequena forte; firme; plástica e pegajosa; transição clara e plana.
A2	10-34 cm	vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/3, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande moderada que se desfaz em subangular pequena e média moderada; firme; plástica à muito plástica e pegajosa à muito pegajosa; transição gradual e plana.
A3	34-60 cm	vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/2, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande moderada que se desfaz em subangular pequena e média moderada; firme; plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
AB	60-80 cm	vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande moderada que se desfaz em subangular pequena e média moderada; muito friável; plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
BA	80-115 cm	vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande moderada que se desfaz em subangular pequena e média moderada; friável; muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.
Bw1	115-165 cm	vermelho (10R 4/6, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande moderada que se desfaz em bloco subangular pequena forte (microagregado); friável; muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.
Bw2	165-205+ cm	vermelho (10R 4/6, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande moderada que se desfaz em bloco subangular pequena a muito pequena forte (microagregado); friável; plástica e pegajosa.

OBSERVAÇÕES:

- Coletados anéis volumétricos de todos os horizontes descritos (em triplicata);
- Perfil descrito sob chuva (úmido);

RAÍZES

- Muitas, finas e médias fasciculadas no Ap e A2;
- Comuns, finas e fasciculadas no A3 e AB;
- Raras no BA e Bw.

PERFIL: 26

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Bruno Distrófico típico A húmico textura muito argilosa fase floresta subtropical relevo suave ondulado.

LOCALIZAÇÃO: Estação do IAPAR. Rodovia. do Café, km 496 . Av. Presidente Kennedy, s/nº. Ponta Grossa (PR). Coordenadas 25º08'54"Lat Sul; 50º09'06"Long W.

ALTITUDE: 805:metros

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Perfil descrito em trincheira aberta no fundo de vale.

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Folhelho Ponta Grossa

MATERIAL DE ORIGEM: Alteração do folhelho

RELEVO LOCAL: Suave ondulado

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado

DRENAGEM: Acentuadamente drenado

EROSÃO: Não aparente

CONTATO LÍTICO: Ausente

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochosa

LENÇOL FREÁTICO:

VEGETAÇÃO: Floresta subtropical mista com araucária (Ombrófila Mista) nos topos e campos nas parte baixas.

USO ATUAL: Mata ciliar

DESCRITO E COLETADO: Flávio A. Marques e Marcia Regina Calegari

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A	0-10 cm	preto (5YR 2,5/1, úmida); argila; granular grande a muito grande forte; friável; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
A2	10-33 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmida); argila; bloco subangular grande moderada; friável; ligeiramente plástica e pegajosa; transição clara e plana.
A3	33-62 cm	cinzento-muito-escuro (5YR 3/1, úmida); argila; bloco subangular grande moderada; friável; plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
A4	62-95 cm	bruno-escuro (7,5YR 3/3, úmida); argila; bloco subangular grande moderada; friável; plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
A5	95-110 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 2,5/2, úmida); argila; bloco subangular grande moderada; friável; plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
BA	110-135 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 4/4, úmida); argila; bloco subangular grande moderada que se desfaz em bloco subangular pequena moderada; friável; muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.
Bw1	135-170 cm	vermelho (2,5YR 4/6, úmida); argila; bloco subangular grande moderada que se desfaz em bloco subangular pequena a muito pequena forte (microagregados); friável; muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e clara.
Bw2	170-240 +cm	vermelho (2,5YR 4/6, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande moderada que se desfaz em bloco subangular pequena a muito pequena forte (microagregados); friável; muito plástica e muito pegajosa.

OBSERVAÇÕES:

- Coletados anéis volumétricos de todos os horizontes descritos (em triplicata);
- Perfil descrito muito úmido;
- Presença de canais (2cm de diâmetro) preenchidos com material escuro semelhante ao do horizonte (camada?) A5.
- Intensa atividade biológica de cupins por todo o perfil.
- Parece ser colúvio e não um horizonte húmico.

RAÍZES

- Muitas, finas e médias fasciculadas no Ap, A2, A3 e A4;
- Comuns, médias pivotantes e finas fasciculadas no A5 e AB;
- Raras no BA;
- Ausente no Bw.

Perfil – 26

Classificação: Latossolo Bruno Distrófico típico A húmico textura muito argilosa fase floresta subtropical relevo suave ondulado.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002 mm	Argila <0,002 mm		Ds	Dp
Ap	0-10	0	0	100	48,0	54,1	417,8	480,1	0,87	0,79	2,22
A2	10-33	0	0	100	11,1	44,8	345,4	598,7	0,58	1,05	2,55
A3	33-62	0	0	100	12,2	45,5	373,0	569,2	0,66	0,88	2,39
A4	62-95	0	0	100	8,2	30,3	379,9	581,5	0,65	0,73	2,38
A5	95-110	0	1	99	11,6	28,1	408,2	552,0	0,74	0,71	2,40
BA	110-135	0	0	100	7,1	29,4	428,8	534,8	0,80	0,79	2,47
Bw	135-170	0	0	100	5,3	26,4	385,7	582,6	0,66	1,13	2,60

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)							Valor V	Valor m	
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	(%)	(%)
Ap	4,5	4,1	13,50	5,61	0,669	0,104	19,88	1,53	11,23	32,64	61	7
A2	4,2	3,9	0,28	0,05	0,056	0,013	0,40	3,50	5,18	9,08	4	90
A3	4,2	4,0	0,17	0,03	0,030	0,013	0,24	3,53	5,83	9,60	3	94
A4	4,2	4,1	0,12	0,04	0,013	0,000	0,17	2,71	5,13	8,01	2	94
A5	4,2	4,2	0,09	0,03	0,004	0,013	0,13	2,21	5,78	8,12	2	94
BA	4,3	4,3	0,08	0,03	0,004	0,013	0,13	1,54	4,50	6,17	2	92
Bw	4,5	4,2	0,08	0,06	0,004	0,006	0,15	1,54	2,69	4,38	3	91

Horizontes	C		N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					SiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃
	Orgânico (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)			N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	Al ₂ O ₃	R ₂ O ₃
Ap	68,9	92,7	6,4	15								
A2	19,7	48,0	2,3	21								
A3	24,6	28,7	1,4	20								
A4	17,6	33,2	1,5	23	13,1	27,44	9,03	0,94	0,01	0,81	0,67	
A5	17,6	21,9	1,0	22								
BA	17,3	20,9	1,2	17								
Bw	9,1	12,0	0,4	27	16,5	27,34	8,58	0,86	0,01	1,03	0,85	

PERFIL 27

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Amarelo Distrófico húmico textura argilosa fase floresta subtropical relevo montanhoso.

LOCALIZAÇÃO: Bacia do Rio São Gonçalo. Estrada Brumado, cerca de 1,5 km da Rodovia Paulo Virgilio (Guaratinguetá – Cunha). Coordenadas 22° 55'14.6" S e 45° 06'33.8"W

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Perfil descrito em trincheira aberta no terço superior da vertente.

ALTITUDE: 1065 (GPS)

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Granitóide. Pré-Cambriano.

MATERIAL DE ORIGEM: Alteração *in situ* do Granitóide.

RELEVO LOCAL: Montanhoso

RELEVO REGIONAL: Montanhoso

DRENAGEM: Bem drenado

EROSÃO: Muito forte

CONTATO LÍTICO: presente (210 cm)

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochosa

VEGETAÇÃO: Floresta subtropical mista com araucária (Ombrófila Mista) nos topos e campos nas parte baixas.

USO ATUAL: Poaceae – Pastagem

DESCRITO E COLETADO: Maurício Rizatto Coelho e Marcia Regina Calegari

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap	0 – 15 cm	cinzento muito escuro (7,5YR 2,5/1, úmida); franco-argiloarenosa; granular média a pequena moderada; friável; plástica e pegajosa; transição clara e plana.
A2	15-28 cm	cinzento muito escuro (7,5YR 2,5/1, úmida); franco-argiloarenosa; bloco subangular média moderada que se desfaz em granular pequena fraca; friável; plástica e pegajosa; transição clara e plana.
A3	28-44 cm	bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmida); argiloarenosa; bloco subangular média moderada que se desfaz gradual em média e pequena fraca; firme a friável; ligeiramente plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
A4	44-65 cm	bruno-escuro (10YR 4/3, úmida); argila; bloco subangular pequena moderada que se desfaz em muito pequena fraca; friável; ligeiramente plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
AB	65-86cm	bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmida); argila; bloco subangular pequena fraca que se desfaz em granular muito pequena moderada; friável; ligeiramente plástica e pegajosa; transição clara e plana.
BA	86-100 cm	bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmida); argila; bloco subangular grande moderada que se desfaz em bloco subangular pequena moderada; friável; ligeiramente plástica e pegajosa; transição clara e plana.
Bw1	100-130 cm	bruno-forte (7,5YR 5/6, úmida); argila; bloco subangular grande moderada que se desfaz em bloco subangular pequena a muito pequena forte (microagregado); firme; ligeiramente plástica e pegajosa; transição difusa e plana.
Bw2	130-150cm	bruno-forte (7,5YR 5/8, úmida); argila; bloco subangular grande moderada que se desfaz em bloco subangular pequena a muito pequena forte (microagregado); friável; ligeiramente plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
BC	150-200+cm	bruno-forte (7,5YR 5/8, úmida); argila; maciça; friável; ligeiramente plástica e pegajosa.

OBSERVAÇÕES:

- Coletados anéis volumétricos de todos os horizontes descritos (em triplicata);
- Perfil descrito úmido;
- Presença de um bloco de rochas na base da trincheira.
- Intensa atividade biológica de cupins no A2 e BA.
- Fragmentos milimétricos de carvão bem distribuídos ao longo do perfil.
- Localmente se observa sinais de movimentos de massa de solo (terraces) e regionalmente são observadas voçorocas em praticamente todas as posições de vertente;

RAÍZES

- Muitas, finas e médias fasciculadas no Ap, A2 e A3; Comuns, médias pivotantes e finas fasciculadas no A4 e AB;

- Poucas no BA; Raras no Bw.

Perfil 27 - Classificação: Latossolo Amarelo Distrófico húmico textura argilosa fase floresta subtropical relevo montanhoso.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20mm	Cascalho 20-2mm	TFSA <2mm	Areia grossa 2-0,2mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002mm	Argila <0,002 mm		Ds	Dp
Ap	0-15	0	2	98	151,7	371,5	128,1	348,7	0,37	0,97	2,46
A2	15-28	0	1	99	118,1	362,6	185,2	334,1	0,55	1,08	2,51
A3	28-44	0	1	99	136,3	335,6	168,3	359,8	0,47	1,16	2,52
A4	44-65	0	1	99	108,0	324,6	145,7	421,6	0,35	1,21	2,56
AB	65-86	0	2	98	109,8	305,2	129,5	455,6	0,28	1,14	2,55
BA	86-100	0	2	98	95,5	288,2	185,1	431,3	0,43	1,14	2,59
Bw	100-130	0	2	98	102,0	309,3	119,3	469,5	0,25	1,20	2,61

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)							Valor V	Valor m	
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	(%)	(%)
Ap	4,2	3,9	0,17	0,14	0,142	0,029	0,48	4,10	4,33	8,91	5	90
A2	4,4	4,1	0,07	0,05	0,052	0,006	0,18	3,16	3,42	6,76	3	95
A3	4,5	4,1	0,05	0,03	0,030	0,000	0,11	2,69	3,00	5,80	2	96
A4	4,5	4,1	0,05	0,01	0,021	0,000	0,08	2,36	2,61	5,05	2	97
AB	4,6	4,1	0,05	0,00	0,004	0,000	0,05	2,43	2,33	4,81	1	98
BA	4,5	4,1	0,05	0,00	0,004	0,000	0,05	2,30	1,85	4,20	1	98
Bw	4,6	4,1	0,05	0,00	0,004	0,000	0,05	2,09	0,81	2,95	2	98

Horizontes	C		N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					SiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃
	Orgânico (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	(Ki)	(Kr)	Al ₂ O ₃
Ap	38,4	39,4	3,0	13								
A2	25,2	30,4	2,2	14								
A3	21,7	25,4	1,7	15								
A4	17,0	25,4	1,6	16	13,2	20,29	1,72	0,19	0,01	1,11	1,05	
AB	13,3	20,1	1,1	18								
BA	10,2	15,7	0,9	17								
Bw	7,5	9,9	0,6	15	16,0	22,34	1,68	0,23	0,01	1,22	1,16	

PERFIL 28

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Vermelho Distrófico húmico textura muito argilosa fase cerrado relevo ondulado.

LOCALIZAÇÃO: Campus da UFLA – próximo da Estação Experimental da Epamig. Lavras (MG)

Coordenadas 21° 13'38.8" S e 44° 57'42.1"W

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Perfil descrito corte de estrada.

ALTITUDE: ± 600 m (GPS)

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Gnaisse-granito-melanocrático.

MATERIAL DE ORIGEM: Alteração do gnaisse.

RELEVO LOCAL: Ondulado

RELEVO REGIONAL: Forte Ondulado

DRENAGEM: Bem drenado

EROSÃO: Ligeira

CONTATO LÍTICO: Ausente

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochosa

VEGETACÃO: Remanescentes de Cerrado

USO ATUAL: Cultivo de Café

DESCRITO E COLETADO: Marcia Regina Calegari

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Colúvio	0 –10 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmida); bruno-avermelhado (5YR 5/3, seca); argila; material solto; ligeiramente dura; firme; plástica e pegajosa; transição clara e plana.
A2	10-40 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 2,5/2, úmida); bruno-avermelhado(5YR 4/3, seca); muito argilosa; bloco subangular média moderada; ligeiramente dura à macia; firme; ligeiramente plástica à plástica e ligeiramente pegajosa à pegajosa; transição clara e plana.
A3	40-55 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmida); bruno-avermelhado (5YR 4/3, seca); muito argilosa; bloco subangular grande moderada que se desfaz gradual em média e pequena fraca; macia; friável; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
A4	55-70 cm	Bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/4, úmida); bruno-avermelhado (5YR 4/4, seca); muito argilosa; bloco angular a subangular grande moderada que se desfaz em bloco subangular pequena fraca; macia; friável; plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
AB	70-85 cm	bruno-avermelhado (5YR 4/3, úmida); bruno-avermelhado (5YR 4/4, seca); muito argilosa; bloco subangular grande moderada que se desfaz em bloco subangular muito pequena moderada; macia; friável; plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
BA	85-100 cm	vermelho (2,5YR 4/6, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande moderada que se desfaz em bloco subangular pequena forte; macia; friável; plástica e pegajosa; transição difusa e plana.
Bw1	100-150 cm	vermelho (2,5YR 4/6, úmida); muito argilosa; bloco subangular grande moderada a fraca que se desfaz em bloco subangular muito pequena forte (microagregado); macia; muito friável; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa;

OBSERVAÇÕES:

- Coletados anéis volumétricos de todos os horizontes descritos (em triplicata);
- Intensa atividade biológica de cupins no A2 e BA.
- Muitos fragmentos milimétricos de carvão bem distribuídos ao longo do perfil.
- Linha de carvões situada entre 75 e 80 cm. Destaca-se que são carvões grandes.

RAÍZES

- Muitas, finas e médias fasciculadas até o A2.
- Comuns, fina fasciculada em todos os demais horizontes.

Perfil 28 - Classificação: Latossolo Vermelho Distrófico húmico textura muito argilosa fase cerrado relevo ondulado.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20mm	Cascalho 20-2mm	TFSA <2mm	Areia grossa 2-0,2mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002mm	Argila <0,002 mm		Ds	Dp
Ap	0-10	0	0	100	102,0	195,9	124,0	578,1	0,21	0,97	2,58
A2	10-40	0	0	100	87,6	173,6	111,8	626,9	0,18	1,14	2,59
A3	40-55	0	0	100	82,5	164,1	102,0	651,3	0,16	1,06	2,49
A4	55-70	0	0	100	85,8	167,9	96,4	649,9	0,15	1,02	2,62
AB	70-85	0	0	100	88,9	169,7	86,5	655,0	0,13	0,99	2,64
BA	85-100	0	0	100	75,2	169,0	82,5	673,4	0,12	1,02	2,65
Bw	100-150+	0	0	100	87,7	165,6	63,0	683,8	0,09	0,95	2,57

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)							Valor V	Valor m	
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	(%)	(%)
Ap	4,7	4,2	3,47	0,39	0,259	0,000	4,12	0,87	4,51	9,50	43	17
A2	4,2	4,1	0,38	0,08	0,134	0,000	0,59	1,61	4,14	6,34	9	73
A3	4,1	4,1	0,16	0,04	0,069	0,000	0,27	1,31	3,62	5,20	5	83
A4	4,1	4,1	0,19	0,04	0,030	0,000	0,26	1,33	3,42	5,01	5	84
AB	4,1	4,2	0,11	0,02	0,021	0,000	0,15	1,04	2,81	4,00	4	87
BA	4,3	4,3	0,07	0,01	0,009	0,006	0,09	0,60	2,34	3,03	3	86
Bw	4,2	4,4	0,10	0,02	0,009	0,000	0,13	0,38	2,04	2,55	5	75

Horizontes	C		N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					SiO ₂ / Al ₂ O ₃	SiO ₂ / R ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃
	Orgânico (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)			N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	(Ki)	(Kr)
Ap	22,4	34,4	2,3	15								
A2	15,8	29,3	1,9	16								
A3	17,3	25,4	1,5	17								
A4	17,6	24,1	1,3	19	15,8	25,50	8,33	0,86	0,03	1,05	0,87	
AB	12,2	17,4	0,9	19								
BA	9,6	12,0	0,7	18								
Bw	8,9	10,2	0,6	17	16	27,07	8,49	0,94	0,03	1,00	0,84	

PERFIL 29

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Amarelo Distrófico húmico textura argilosa fase floresta tropical subperenefólia relevo plano.

LOCALIZAÇÃO: Margem direita da Rodovia Br-408 a 5 km de Paudalho-PE (Bosque Abelardo Rodrigues), sentido Recife-Carpina. Coordenadas 07°51'41.15"Lat S; 35° 12'21.64"Long W.

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Perfil descrito em trincheira aberta no topo de elevação.

ALTITUDE: 143 m

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Formação Barreiras. Terciário.

MATERIAL DE ORIGEM: Argilas variegadas, arenito e cascalho.

RELEVO LOCAL: Plano (<3%)

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado (<8%)

DRENAGEM: Acentuadamente drenado

EROSÃO: Laminar - ligeira

CONTATO LÍTICO: Ausente

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochosa

VEGETAÇÃO: Floresta tropical subperenifolia

USO ATUAL: Bosque

DESCRITO E COLETADO: Flávio A. Marques e José Fernando W. F. Lima.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A	0-30 cm	preto (10YR 2/1, úmida); bruno-acinzentado muito escuro(10YR 3/2, seca); franco-argiloarenosa; pequena, média forte granular; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
A2	30-54 cm	preto (10YR 2/1, úmida); argiloarenosa; grande moderada bloco subangular a angular; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
A3	54-90 cm	bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmida); argiloarenosa; grande a média moderada bloco subangular a angular; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
AB	90-140 cm	bruno-escuro (10YR 3/3, úmida); bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4,seca); argila; grande moderada bloco subangular; ligeiramente dura, muito friável, plástica e pegajosa; transição difusa e plana.
BA	140-180 cm	bruno-amarelado-escuro(10YR 4/4, úmida); argila; grande moderada bloco subangular; ligeiramente dura, muito friável, plástica e pegajosa; transição difusa e plana.
Bw	180-210+ cm	bruno-amarelado (10YR 5/6, úmida); argila; grande moderada a fraca bloco subangular; ligeiramente dura, muito friável, plástica e pegajosa;

OBSERVAÇÕES:

- Presença de fragmentos de carvão centimétricos e menores a profundidades de 76 cm e 90, respectivamente;
- Coletados anéis volumétricos de todos os horizontes descritos.

RAÍZES

- Muitas, finas e medias no A, A2 e A3;
- Comuns no AB;
- Poucas e raras no BA e Bw, respectivamente;

Perfil 29 - Classificação: Latossolo Amarelo Distrófico húmico textura argilosa fase floresta tropical subperenifolia relevo plano.

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20mm	Cascalho 20-2mm	TFSA <2mm	Areia grossa 2-0,2mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002mm	Argila <0,002 mm		Ds	Dp
Ap	0-30	0	1	99	174,4	370,5	111,1	344,0	0,32	1,24	2,59
A2	30-54	0	2	98	186,3	319,3	75,6	418,8	0,18	1,29	2,63
A3	54-90	0	2	98	158,6	329,1	93,6	418,7	0,22	1,35	2,66
AB	90-140	0	2	98	159,5	281,4	77,8	481,3	0,16	1,35	2,71
BA	140-180	0	2	98	144,1	261,1	77,4	517,4	0,15	1,31	2,70
Bw	180-210+	0	2	98	136,9	251,7	70,6	540,8	0,13	1,25	2,73

Horizontes	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)							Valor V	Valor m	
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	(%)	(%)
Ap	4,5	4,0	2,68	0,99	0,211	0,036	3,91	0,95	3,60	8,46	46	20
A2	4,4	3,9	0,93	0,30	0,147	0,036	1,41	1,87	2,90	6,18	23	57
A3	4,6	3,9	0,94	0,27	0,043	0,036	1,29	1,53	2,39	5,21	25	54
AB	4,5	3,9	1,01	0,30	0,000	0,029	1,34	1,12	1,34	3,80	35	45
BA	4,4	3,9	0,82	0,27	0,004	0,029	1,11	1,07	0,91	3,09	36	49
Bw	4,5	4,0	0,91	0,36	0,000	0,044	1,32	0,58	0,94	2,84	46	31

Horizontes	C		N	C	Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					SiO ₂ Al ₂ O ₃	SiO ₂ R ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃
	Orgânico (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)			N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	(Ki)	(Kr)
Ap	15,6	28,6	2,0	14								
A2	13,6	19,1	1,1	18								
A3	10,3	14,8	0,9	17	14,8	14,88	3,22	0,56	0,02	1,69	1,49	
AB	5,9	8,6	0,6	14								
BA	5,1	6,4	0,5	12								
Bw	5,0	5,4	0,5	11	18,8	18,50	4,11	0,63	0,02	1,73	1,51	

PERFIL 30

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Vermelho Distrófico húmico textura muito argilosa fase campo cerrado tropical

LOCALIZAÇÃO: Montes Claros-MG. Coordenadas UTM 71 5821/8200013 (Fuso 23 K)/16° 16'16.3"Lat S; 42°58'50.5"Long W.

SITUAÇÃO NA PAISAGEM: Descrição de barranco em corte estrada.

ALTITUDE: 908 m

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Sedimentos Cenozóicos com contribuição de filitos e xistos do grupo Macaúba (Neoproterozóico)

MATERIAL DE ORIGEM: Produto de alteração dos materiais supracitados.

RELEVO LOCAL: Plano

RELEVO REGIONAL: Plano a suave ondulado

DRENAGEM: Fortemente drenado

EROSÃO:

CONTATO LITICO: Ausente

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa

ROCHOSIDADE: Não rochosa

VEGETAÇÃO: Campo cerrado "tropical"

USO ATUAL: Campo cerrado "tropical".

DESCRITO E COLETADO: Marcia R. Calegari e Pablo Vidal Torrado

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A	0-30 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmida); bruno-avermelhado (5YR 4/3, seca); argila; grumosa pequena, muito solta.
A2	30-60cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmida); bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, seca); muito argilosa; grumosa ,solta; muito friável que se desfaz em microagregados milimétricos.
A3	60-75 cm	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmida); bruno-avermelhado (5YR 4/3, seca); muito argilosa;solta, muito friável que se desfaz em microagregados fortes;
A4	75-100	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4, úmida); bruno-avermelhado (5YR 4/4, seca); muito argilosa;grande e fraca subangular que se desfaz em microagregados fortes;
AB	100-130 cm	bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmida); vermelho-amarelado (5YR 4/6, seca); muito argilosa;
BA	130-160 cm	bruno-avermelhado (2,5YR 4/4, úmida); muito argilosa;
Bw	160-210+ cm	vermelho (2,5YR 4/6, úmida); muito argilosa;

Perfil 30 -Classificação: Latossolo Vermelho Distrófico húmico textura muito argilosa fase campo cerrado tropical

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g kg ⁻¹)				Silte argila	Densidade (t m ⁻³)	
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus > 20mm	Cascalho 20-2mm	TFSA <2mm	Areia grossa 2-0,2mm	Areia fina 0,2-0,05 mm	Silte 0,02-0,002mm	Argila <0,002 mm		Ds	Dp
Ap	0-30	0	0	100	37,2	249,8	133,3	579,7	0,23		
A2	30-60	0	0	100	32,1	235,6	101,0	631,4	0,16		
A3	60-75	0	0	100	30,6	233,9	103,3	632,1	0,16		
A4	75-100	0	0	100	32,9	227,7	82,1	657,4	0,12		
AB	100-130	0	0	100	29,3	232,0	79,5	659,3	0,12		
BA	130-160	0	0	100	30,5	233,2	77,0	659,3	0,12		
Bw	160-210+	0	0	100	26,7	222,0	66,1	685,2	0,10		

Horizontes	pH (1:2,5)	FNa		Complexo Sortivo (cmol _{c+} .kg ⁻¹)							Valor V (%)	Valor m (%)
		30"	2'	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺		
Ap	5,0	4,0		0,24	0,18				3,35	5,25		
A2	4,5	4,3		0,05	0,02				2,28	4,02		
A3	4,7	4,4		0,04	0,02				1,86	3,52		
A4	4,8	4,4		0,03	0,01				1,61	3,17		
AB	5,0	4,5		0,03	0,00				1,29	3,11		
BA	5,1	4,5		0,03	0,00				1,06	2,60		
Bw	5,0	4,6		0,04	0,00				0,56	2,11		

Horizontes	C	N	C Ataque Sulfúrico (g kg ⁻¹)					MnO	SiO ₂ Al ₂ O ₃ (Ki)	SiO ₂ R ₂ O ₃ (Kr)	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃
			Orgânico (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)	Total (g kg ⁻¹)	N SiO ₂	Al ₂ O ₃				
Ap	26,5										
A2	20,0										
A3	16,0		19,5	24,39	5,99	1,10	0,02	1,36	1,17		
A4	14,5										
AB	14,2										
BA	11,8										
Bw	8,6		21,9	24,18	6,99	1,12	0,02	1,54	1,30		

APÊNDICE B - Análise química total dos perfis do Grupo 1.

Hz	Prof (cm)	Al %	Fe	Si %	K	Ti	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	Zr	Si/Al	Fe/Ti	Ti/Zr	Fe/Zr
		g.kg ⁻¹				mg.kg ⁻¹										
Perfil 16																
Ap	10	13,4	21,6	16,8	1,0	9,4	294,1	1072,6	56,52	158,1	113,2	484,6	1,3	2,3	193,2	445,7
A2	20	13,9	20,5	16,4	1	9,0	332,2	941,4	45,87	132,3	101,3	478,5	1,2	2,3	187,5	428,9
A3	50	14	21,5	17,4	1,0	9,4	334,5	1333,0	60,45	158,1	115,4	473,9	1,3	2,3	199,2	454,6
AB	70	15,8	19,9	16,9	1,1	7,5	289,5	637,3	48,21	140,2	97,0	442,1	1,1	2,7	169,2	450,4
BA	100	15,4	20,6	16,5	1,0	8,7	276,8	843,6	57,68	145,1	101,9	461,7	1,1	2,4	188,1	445,8
Bw1	120	15,4	22,6	16,8	0,8	8,9	138,8	1056,1	0	158,3	107,7	474,6	1,1	2,5	186,9	475,5
Bw2	160	16,6	15,2	16,7	0,7	5,4	150,9	511,0	17,09	35,5	75,4	1036,6	1,1	2,8	51,8	146,9
Perfil 20																
A	5	8,6	10,1	0,3	2,4	60,7	665,8	11,1	16,4	42,7	97,4	998,8	1,3	4,7	23,8	111,4
	10	8,1	10,1	0,3	2,4	54,1	708,6	9,4	3,2	38,2	71,6	964,3	1,3	4	24,6	97,7
	15	8,6	10,0	0,2	2,4	53,9	589,5	10,9	18,3	44,3	89,2	1025,3	1,2	4,7	22,9	106,7
	20	10,2	10,8	0,2	2,5	62,0	567,5	11,3	0,7	51,3	83,3	1065,9	1,1	4,6	23,0	106,4
	25	9,5	10,3	0,2	2,5	63,5	574,5	10,6	8,4	39,3	81,1	967,9	1,1	4,3	25,3	109,6
	30	9,5	10,3	0,2	2,5	60,4	542,5	10,4	6,5	38,0	79,8	1043,7	1,1	4,2	23,6	99,3
	35	10,3	10,5	0,2	2,5	64,1	539,2	11,6	8,6	40,6	88,0	1024,8	1,0	4,6	24,7	113,0
A2	40	11,1	11,2	0,2	2,6	59,3	564,3	11,7	14,7	42,0	91,7	1073,7	1,0	4,5	24,5	109,2
	45	10,8	10,7	0,2	2,6	61,2	566,7	10,5	18,4	37,1	75,8	1059,6	1,0	4,1	24,1	99,5
	50	9,8	10,3	0,2	2,5	61,1	545,7	11	13,0	41,6	72,4	1047,0	1,1	4,4	24,1	105,0
	55	11,4	11,1	0,2	2,7	56,7	547,9	11,9	13,8	43,3	86,4	1107,0	1,0	4,5	24,0	107,4
	60	12,5	11,1	0,2	2,6	57,7	510,9	12,9	13,9	44,8	92,7	1237,4	0,9	5	20,9	103,9
A3	65	10,6	11,2	0,2	2,6	65,0	516,6	11,7	11,5	45,1	81,9	1078,6	1,1	4,4	24,4	108,3
	70	9,1	9,5	0,3	2,6	69,2	483,0	12,9	12,0	50,2	97,0	1155,5	1,1	5	22,3	111,4
	75	10,0	10,7	0,3	2,6	69,9	513,1	11,8	13,7	46,6	81,0	1063,8	1,1	4,6	24,4	111,1
	80	11,2	10,7	0,3	2,7	67,4	498,5	12,1	11,1	45,2	79,8	1117,1	0,1	4,5	24,3	108,3
	85	10,2	10,7	0,3	2,7	66,8	499,0	13	19,4	60,1	98,6	1249,0	1,1	4,8	21,5	103,8
	90	10,0	10,2	0,3	2,7	73,4	490,6	12,3	7,8	46,3	83,2	1134,2	1,0	4,6	23,5	108,3
AB	115	11,3	10,7	0,3	2,7	64,3	514,7	10,0	19,6	34,1	70,7	1048,8	0,9	3,7	25,6	95,5
BA	150	9,4	10,1	0,2	2,4	50,3	576,2	11,6	15,6	35,1	90,5	1306,1	1,1	4,8	18,5	88,5
Perfil 26																
A	10	14,94	8,1	11,67	0,81	1,88	196,73	519,9	19,7	38	89,3	368,9	0,8	4,3	51	219,6
A2	33	19,39	9,77	13,81	0,92	2,31	250,77	0	13,9	34,8	47,4	426,6	0,7	4,2	54,2	229,0
A3	62	16,6	10,79	13,23	0,7	2,6	132,93	0	0	50,6	56,0	454,2	0,8	4,2	57,2	237,6
A4	95	15,81	9,48	14,28	0,52	2,16	124,38	0	0	47,4	52,5	403,4	0,9	4,4	53,5	234,2
AB	110	16,24	9,54	15,61	0,67	2,2	143,4	0	0	44,2	65,5	403,6	1	4,3	54,5	236,4
BA	135	17,41	10,51	15	0,83	2,37	178,09	0	0	53,4	62,7	441,2	1	4,4	53,7	238,2
Bw1	170	17,88	9,02	16,41	1,15	2,06	227,11	0	9,7	49	42,3	441,3	1	4,4	46,7	204,4

APÊNDICE C - Análise química total dos perfis do G2.

Hz	Prof. (cm)	Al	Fe	Si	K	Ti	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	Zr	Si/Al	Fe/Ti	Ti/Zr	Fe/Zr
		-----g.kg ⁻¹ -----						-----mg.kg ⁻¹ -----								
Perfil 3																
Ap	5	88,0	50,8	133,7	2,2	5,1	557,4	153,6	9,7	5,8	64,3	672,5	1,52	9,96	7,58	75,54
	10	96,7	53,3	126,8	2,1	5,2	509,8	136,1	3,3	7,9	61,3	728,2	1,31	10,25	7,14	73,20
	15	92,3	57	124,4	2,1	5,1	437,8	167,7	10,3	9,4	61,8	668,8	1,35	11,18	7,63	85,22
	20	76,0	59	129,5	2,1	5,4	609,4	197,7	7,4	8,7	62,0	1045,4	1,70	10,93	5,17	56,44
	25	83,4	55,1	131,5	2,1	5,3	628,5	258,6	8,2	8,6	64,1	924,8	1,58	10,40	5,73	59,58
	30	78,0	53,3	132,8	2,1	5,1	499,2	274,3	0,7	8,5	60,7	931,7	1,70	10,45	5,47	57,20
	35	86,8	58	123,2	2	5,6	438,2	193,2	7,7	9,7	61,4	1072,7	1,42	10,36	5,22	54,07
	40	84,6	59,6	124,2	2	5,7	415,3	189,8	12,4	9,5	61,6	1013,4	1,47	10,46	5,62	58,81
	45	53,9	51,1	110,4	2	5,3	676,8	180,2	5,4	6,3	58,1	700,6	2,05	9,64	7,56	72,93
	50	69,8	57,9	116,7	2	5,7	714,5	187,1	7,8	6,3	64,0	931,7	1,67	10,16	6,12	62,15
A2	55	74,5	50,2	112,4	1,9	5,5	672,3	175,5	3,1	7,1	57,3	862,3	1,51	9,13	6,38	58,22
	60	97,7	65,1	120,8	2	5,7	455,8	188,6	5,5	7,6	66,5	948,5	1,24	11,42	6,01	68,64
	65	76,7	62	114,9	2	5,6	810,5	187,1	14,2	11,2	64,1	1009,3	1,50	11,07	5,55	61,43
	70	94,6	62,7	122,5	2	5,9	464,4	190,0	9,3	8,3	70,0	841,7	1,29	10,63	7,01	74,50
	75	87,7	58,6	123,2	2	5,5	828,3	183,3	10,5	6,3	65,6	1021,9	1,40	10,65	5,38	57,35
A3	80	85,1	63,1	122,2	2	5,6	815	171,5	7,7	9,6	69,9	1103,3	1,44	11,27	5,08	57,19
	85	100,8	65,3	118,3	2	5,6	460,3	172,5	10,8	6,2	70,6	1058,8	1,17	11,66	5,29	61,68
	90	89,8	68,7	120,3	2	6	474,6	175,2	7,3	8,5	79,2	882,3	1,34	11,45	6,80	77,87
	95	89,8	63,6	121,6	2	5,7	515,4	164,0	7,5	6,8	63,8	1016,9	1,35	11,16	5,61	62,54
	100	97,8	65,7	121,2	2	5,8	486	175,0	4,7	6,9	65,0	962,9	1,24	11,33	6,02	68,23
AB	105	91,6	67,4	120,1	2	5,8	421,1	167,5	3,1	9,8	73,4	849,7	1,31	11,62	6,83	79,33
	110	95,6	66	114,1	2	5,6	484,7	159,5	12,7	8,0	67,4	1146,5	1,19	11,79	4,88	57,57
BA	120	88,6	55,9	116,4	2	5,6	423,5	166,2	5,7	8,6	63,1	819,2	1,31	9,98	6,84	68,24
Bw1	140	100,7	57,8	130,9	2,1	6,3	406,9	277,2	2,0	7,6	73,0	1211,8	1,30	9,17	5,20	47,70
Bw2	170	100,4	67,8	130,1	2,1	6,3	389,1	167,2	5,3	8,1	78,7	1004,5	1,30	10,76	6,27	67,50
Bw2	200	108,2	67,7	136	2,1	6,4	388	159,6	10,4	4,8	76,5	1060,6	1,26	10,58	6,03	63,83

APÊNDICE C - Análise química total dos perfis do G2

Horiz.	Prof. (cm)	Al	Fe	Si	K	Ti	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	Zr	Si/Al	Fe/Ti	Ti/Zr	Fe/Zr
		g.kg ⁻¹						mg.kg ⁻¹								
Perfil 6																
Ap	10	201,3	74,9	142,5	3,2	22,1	50,72	289,5	0	16,2	44,1	346,1	0,7	3,4	63,9	216,4
A2	20	181,1	89,2	176,2	6,	22,	50,2	282,2	0	24,6	51,3	485,5	1	4,1	45,3	183,7
A3	75	181,2	83,	166,5	4,6	19,3	56,1	224,8	0	24,2	46	579,8	0,9	4,3	33,3	143,2
A4	112	193,6	85,4	175,2	4,9	26,2	40	352,4	0	18,3	39,7	498,1	0,9	3,3	52,6	171,4
AB	125	184,1	89,7	158,9	4,6	22,5	94,5	321,8	0	14,1	46,1	644,9	0,9	4	34,9	139,1
BA	148	179,8	91,3	162,6	4,9	23,7	95,5	242,1	0	12,3	43,6	335,1	0,9	3,9	70,7	272,5
Bw1	185	166,5	87,1	184,8	4,5	22,5	79,1	270,2	20,1	23,2	46,8	469,8	1,1	3,9	47,9	185,4
Bw2	200	191,5	92,2	170,6	5,5	24,7	45,5	382,7	0	19,3	101,8	469,9	0,9	3,7	52,6	196,2
Perfil 8																
Ap	25	190,8	68,	120,2	4,3	14,8	0	487,8	0	4,9	46,3	267	0,6	4,6	55,4	254,7
A2	70	194,7	70,1	99,7	3,1	13,2	0	226,0	0	3,2	31,4	326,3	0,5	5,3	40,5	214,6
A3	100	196,1	82,	116,5	2,5	18,1	14	60,8	0	6,2	39,7	316,7	0,6	4,5	57,2	258,9
AB	120	203,2	89,	98,1	3,9	19,4	19,3	115,7	0	6,4	36,4	325	0,5	4,6	59,7	273,9
BA	160	205,1	88,4	100,1	3,9	17,5	85,5	56,7	0	0	41,4	419,6	0,5	5,0	41,7	210,7
Bw1	210	204,4	95,	102,4	4,3	18,5	60,8	9,9	0	7,6	37,7	577,7	0,5	5,2	32,0	164,4
Perfil 10																
Ap	25	183,5	93,5	164,8	4,9	22,	214,5	23,1	25,8	16,23	29,9	485,7	0,9	4,3	45,3	192,5
A2	60	176,8	96,7	137,8	4,6	21,	218,9	0	22,1	6,69	23,9	338,1	0,8	4,6	62,1	286,0
A3	82	18,0	124,6	139,	5,1	27,7	220,7	0	26,3	19,86	35,2	685,2	0,8	4,5	40,4	181,7
AB	100	173,7	108,9	138,	4,5	20,8	291,3	0	18,8	9,25	31	390,8	0,8	5,2	53,2	278,7
BA	130	200,9	110,3	143,1	5,5	24,4	228,0	90	25,4	13,19	32,4	481,3	0,7	4,5	50,7	229,2
Bw1	180	180,9	121,	123,3	5,9	28,3	275,6	0	21,4	14,51	34,7	652,3	0,7	4,3	43,4	185,5
Bw2	210	177,5	125,4	127,4	5,0	25,5	229,7	0	27,5	20,59	39,3	619,9	0,7	4,9	41,1	202,3
Perfil 11																
Ap	20	174,4	108,7	131,1	2,2	29,5	89,3	48,2	0	3,24	32,4	381,1	0,8	3,7	77,4	285,2
A2	40	175,2	115,5	115,	5,3	28,8	175,5		10,5	2,54	34,7	509,9	0,7	4,0	56,5	226,5
A3	70	170,4	128,3	109,3	6,3	31,	245,3	82,7	28,9	7,19	40,5	450,4	0,6	4,1	68,8	284,9
A4	90	189,9	119,1	125,5	1,6	28,5	63,3		0	0	30,5	703,9	0,7	4,2	40,5	169,2
AB	120	204,7	149,5	121,6	2,8	37,	243,5	88,9	0	11,28	50,4	669	0,6	4,0	55,3	223,5
BA	160	186,2	130,6	121,5	2,9	35,2	120,5	49,9	0	7	35,8	383,4	0,7	3,7	91,8	340,7
Bw1	210	184,5	216,	111,7	10,2	93,6	294,1	1072,6	56,52	158,1	113,2	484,6	0,6	2,3	193,2	445,7

APÊNDICE D - Análise química total dos perfis do G3.

Hz	Prof. (cm)	g.kg ⁻¹						mg.kg ⁻¹					Si/Al	Fe/Ti	Ti/Zr	Fe/Zr
		Al	Fe	Si	K	Ti	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	Zr				
Perfil 5																
Ap	10	74	29,5	167	2,0	6,5	175,1	99,3	4,9	12,5	25,4	390,6	2,26	4,54	16,6	75,5
A2	20	107	39,7	132	2,3	9,6	122,5	103,3	11,5	14,8	23,8	428,0	1,24	4,14	22,4	92,7
	30	113	40,1	139	2,2	9,9	124,5	98,5	15,5	15,5	22,6	445,2	1,24	4,05	22,2	90,1
	40	110	40,2	131	2,2	9,8	120,9	90,7	7,7	16,1	25,8	459,5	1,19	4,10	21,3	87,5
A3	50	94	39,0	153	2,1	8,5	132,9	73,9	11,8	14,1	21,0	442,6	1,62	4,59	19,2	88,1
	60	92	41,6	124	2,1	8,3	120,7	85,8	5,4	14,7	23,5	445,2	1,35	5,01	18,6	93,4
	70	80	39,0	143	2,1	7,6	133,7	76,3	9,6	12,1	25,6	447,6	1,78	5,13	17,0	87,1
A4	80	81	41,8	142	2,1	7,4	127,5	76,8	16,2	15,6	27,6	454,2	1,76	5,65	16,3	92,0
	90	107	33,7	158	2,1	8,6	140,8	80,3	13,3	13,0	20,2	439,3	1,47	3,92	19,6	76,7
	100	92	40,8	133	2,1	8,1	123,3	90,0	14,0	13,8	23,8	502,0	1,44	5,04	16,1	81,3
A5	150	110	37,3	130	2,2	9,9	128,1	89,0	7,8	15,7	22,0	435,1	1,18	3,77	22,8	85,7
AB	220	123	44,5	137	2,3	11,2	116,9	96,7	17,3	16,2	27,0	478,0	1,11	3,97	23,4	93,1
BA	260	105	43,1	117	2,2	10,0	115,3	90,1	8,8	15,8	25,1	478,4	1,11	4,31	20,9	90,1
Bw1	300	115	46,6	127	2,1	9,4	116,6	85,9	6,4	19,5	27,4	508,7	1,10	4,96	18,5	91,6
Bw2	360	129	47,2	124	2,2	11,3	120,3	99,8	9,3	14,1	25,8	520,9	0,96	4,18	21,7	90,6
Perfil 29																
A	30	60	19,7	193	2,3	4,7	85,3	137,0	0,7	4,7	27,4	322,3	3,24	4,19	14,6	61,1
A2	54	71	20,1	191	2,3	4,9	92,6	117,8	0,7	6,6	25,3	274,8	2,69	4,10	17,8	73,1
A3	90	75	20,9	177	2,3	5,2	90,3	128,2	4,8	5,3	27,4	291,7	2,34	4,02	17,8	71,7
AB	140	86	31,8	167	2,3	5,6	89,9	128,9	14,0	8,7	34,6	352,1	1,94	5,68	15,9	90,3
BA	180	90	27,7	162	2,3	5,7	100,2	119,6	4,2	3,6	33,2	276,7	1,81	4,86	20,6	100,1
Bw1	240	86	28,7	157	2,3	5,7	98,4	121,9	9,0	6,6	35,0	334,9	1,84	5,04	17,0	85,7

APÊNDICE E – Valores Isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ da matéria orgânica do solo – Grupo 1: Região Sul

AMOSTRA	Prof. (cm)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)
P16 – Xanxerê - SC		
LH 63	0-10	-24,76
LH 64	10-20	-23,33
LH 65	20-30	-21,62
LH 66	30-40	-20,75
LH 67	40-50	-20,65
LH 68	50-60	-21,50
LH 69	60-70	-21,28
LH 70	70-80	-21,21
LH 71	80-90	-20,33
LH 72	90-100	-19,97
LH 73	110-120	-18,42
LH 74	150-160	-20,04
LH 75	190-200	-19,92
P20 – Guarapuava (PR)		
LH 76	0-10	-23,84
LH 77	10-20	-21,22
LH 78	20-30	-20,15
LH 79	30-40	-19,07
LH 80	40-50	-18,76
LH 81	50-60	-18,04
LH 82	60-70	-17,21
LH 83	70-80	-17,20
LH 84	80-90	-16,84
LH 85	90-100	-16,70
LH 86	110-120	-16,91
LH 87	140-150	-20,37
P26 - Ponta Grossa (PR)		
LH 88	0-10	-26,19
LH 89	10-33	-15,80
LH 90	33-62	-13,91
LH 91	62-95	-13,20
LH 92	95-110	-13,53
LH 93	110-135	-13,73
LH 94	135-170	-13,91
LH 95	170-240	-13,91

APÊNDICE F – Valores Isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ da matéria orgânica do solo – Grupo 2: Região Sudeste

AMOSTRA	Prof. (cm)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	AMOSTRA	Prof. (cm)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)
Perfil 3- Machado (MG)			P10- Manhuaçu (MG) Topo		
LH 1	0-10	-23,01	LH 49	0-25	-23,11
LH 2	10-20	-23,45	LH 50	25-60	-25,90
LH 3	20-30	-25,06	LH 51	60-82	-25,65
LH 4	30-40	-25,03	LH 52	82-100	-24,95
LH 5	40-50	-24,56	LH 53	100-130	-24,62
LH 6	50-60	-24,25	LH 54	130-180	-23,86
LH 7	60-70	-24,25	LH 55	180-210	-23,61
LH 8	70-80	-23,97	P11 – Manhuaçu (MG)		
LH 9	80-90	-23,63	LH 56	0-20	-24,84
LH 10	90-100	-23,14	LH 57	20-40	-25,45
LH 11	100-110	-23,27	LH 58	40-70	-25,60
LH 12	110-120	-23,22	LH 59	70-90	-24,89
LH 13	120-140	-23,34	LH 60	90-120	-24,41
LH 14	140-170	-23,03	LH 61	120-165	-24,30
LH 15	170-200	-23,00	LH 62	165-210	-24,31
Perfil 6 – Bragança Paulista (SP)			P 30 – Salinas (MG)		
LH 29	0-10	-22,52	P30- 1	0-10	-25,02
LH 30	10-20	-23,54	P30-2	10-20	-24,00
LH 31	20-30	-22,88	P30-3	20-30	-23,12
LH 32	30-40	-22,82	P30-4	30-40	-21,90
LH 33	40-50	-23,03	P30-5	40-50	-22,04
LH 34	50-60	-23,04	P30-6	50-60	-21,70
LH 35	60-70	-23,02	P30-7	60-70	-21,52
LH 36	70-80	-22,99	P30-8	70-80	-21,36
LH 37	80-90	-23,06	P30-9	80-90	-21,43
LH 38	90-100	-23,07	P30-10	90-100	-21,17
LH 39	110-120	-22,37	P30-11	100-110	-21,23
LH 40	125-148	-20,99	P30-12	110-120	-21,18
LH 41	148-185	-19,55	P30-13	120-130	-21,00
LH 42	185-220	-18,77	P30-14	130-140	-20,99
Perfil 8 - Nova Friburgo (RJ)			P30-15	140-150	-21,02
LH 43	0-25	-25,08	P30-16	150-160	-20,89
LH 44	25-70	-26,23	P30-17	160-170	-20,68
LH 45	70-100	-24,21	P30-18	170-180	-20,86
LH 46	100-120	-24,36	P30-19	180-190	-21,18
LH 47	120-160	-24,33	P30-20	190-200	-21,08
LH 48	160-200	-24,27	P30-21	200-210	-21,04

APÊNDICE G – Valores Isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ da matéria orgânica do solo – Grupo 3: Regiões Sudeste e Nordeste

AMOSTRA	Prof. (cm)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)
P 5 - Campinas – (SP)		
LH 16	0-10	-19,98
LH 17	10-20	-21,34
LH 18	20-30	-22,59
LH 19	30-40	-23,83
LH 20	40-50	-23,96
LH 21	50-60	-24,19
LH 22	60-70	-24,47
LH 23	70-80	-24,15
LH 24	80-90	-24,06
LH 25	90-100	-24,23
LH 26	100-150	-24,48
LH 27	150-220	-24,72
LH 28	220-260	-24,66
P29 – Pau D'Alho (PE)		
P29_F1	0-10	-23,60
P29_F2	10-20	-24,57
P29_F3	20-30	-24,93
P29_F4	30-40	-25,10
P29_F5	40-50	-24,98
P29_F6	50-60	-25,51
P29_F7	60-70	-25,12
P29_F8	70-80	-25,15
P29_F9	80-90	-25,32
P29_F10	90-100	-24,85
P29_F11	100-110	-24,95
P29_F12	110-120	-24,78

ANEXOS

ANEXO A: Autovetores definidos na Análise de Componentes Principais – Bando de Dado

	Autovetores										
	Prin1	Prin2	Prin3	Prin4	Prin5	Prin6	Prin7	Prin8	Prin9	Prin10	Prin11
Alt	-0,08939	0,50368	0,08428	0,61153	-0,0011	0,40485	-0,1692	-0,1978	-0,29232	0,03064	-0,19798
Rel	-0,30075	0,27566	0,39057	0,11281	0,04135	-0,28025	0,54752	-0,04445	-0,07976	-0,31679	0,42376
Clim	0,40746	0,19464	-0,13496	0,07093	0,34115	0,0792	0,27537	0,41405	0,1805	-0,4916	-0,35872
Geol	-0,22972	0,12877	0,4791	-0,06819	0,54861	-0,31982	-0,37022	0,16168	0,14148	0,21402	-0,25334
Esp	-0,33854	-0,26023	0,0316	-0,16805	0,36352	0,64851	0,02509	0,33582	-0,21911	-0,04011	0,26963
Arg	0,43019	0,17004	0,01763	-0,18886	0,17791	-0,10876	0,29241	0,10652	-0,59434	0,50497	0,03845
Al	0,40081	-0,01068	0,26069	0,03498	0,27041	0,33681	0,14978	-0,41876	0,51229	0,2276	0,26732
Corg	0,23086	0,2657	0,42962	-0,12841	-0,51958	0,17436	-0,22477	0,51401	0,13912	0,0419	0,19706
Fe	0,07627	0,48686	-0,41063	-0,25155	0,23409	-0,09446	-0,42174	-0,09131	-0,00572	-0,19193	0,48833
Ki	0,24892	-0,37913	-0,0398	0,65148	0,13772	-0,25169	-0,20826	0,27555	-0,0644	0,01391	0,40291
pH	-0,31839	0,26026	-0,41056	0,1852	-0,01672	-0,02231	0,27998	0,3367	0,41032	0,51385	0,05565

ANEXO B: Matriz de correlação obtida pela Análise de Agrupamento – Cluster

Matriz de Correlação de Pearson
N = 39
Prob >|r| under H0: Rho=0

	Alt	Rel	Clim	Geol	Esp	Arg	Al	Corg	Fe	Ki	pH
Alt	1										
Rel	0,39576 0,0126	1									
Clim	0,04013 0,8083	-0,4117 0,0092	1								
Geol	0,19251 0,2404	0,62553 <.0001	-0,3501 0,0289	1 0,0631							
Esp	-0,09055 0,5836	0,19835 0,2261	-0,53213 0,0005	0,3004 0,0631	1 <.0001						
Arg	-0,09406 0,569	-0,35799 0,0252	0,78121 <.0001	-0,27913 0,0853	-0,6079 <.0001	1					
Al	-0,04133 0,8027	-0,32092 0,0464	0,63042 <.0001	-0,14274 0,386	-0,38804 0,0146	0,676 <.0001	1 0,0051				
Corg	0,20164 0,2183	0,05541 0,7376	0,28305 0,0808	0,04697 0,7765	-0,43532 0,0056	0,4255 0,0069	0,43954 0,0051	1 0,9615			
Fe	0,2803 0,0839	-0,16419 0,3179	0,38527 0,0154	-0,12616 0,4441	-0,31791 0,0486	0,29509 0,0682	-0,06279 0,7041	-0,008 0,9615	1 0,0506		
Ki	-0,21435 0,1901	-0,46468 0,0029	0,31604 0,05	-0,26888 0,0979	-0,25124 0,1229	0,22243 0,1735	0,35094 0,0285	-0,08033 0,6269	-0,3153 0,0506	1 0,0149	
pH	0,34929 0,0293	0,30171 0,062	-0,27416 0,0912	0,00283 0,9863	0,25259 0,1208	-0,46337 0,003	-0,67237 <.0001	-0,44351 0,0047	0,34258 0,0328	-0,38721 0,0149	1

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)