



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**ESTRUTURAS BIOGÊNICAS EM LATOSSOLOS DE CHAPADÕES,
UBERLÂNDIA – MG**

HELIOMAR BALEEIRO DE MELO JÚNIOR

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

M528e Melo Júnior, Heliomar Baleeiro de, 1986-
2012 Estruturas biogênicas em latossolos de chapadões, Uberlândia – MG /
Heliomar Baleeiro de Melo Júnior. -- 2012.
31 f. : il.

Orientador: Gilberto Fernandes Corrêa.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Agronomia.
Inclui bibliografia.

1. Agronomia - Teses. 2. Estrutura do solo - Teses. 3.
Solos -
Classificação - Teses. I. Corrêa, Gilberto Fernandes. II.
Universi-
dade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação
em Agronomia. III. Título.

CDU:

HELIOMAR BALEEIRO DE MELO JÚNIOR

**ESTRUTURAS BIOGÊNICAS EM LATOSSOLOS DE CHAPADÕES,
UBERLÂNDIA – MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração em Solos, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Gilberto Fernandes Corrêa

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2012

HELIOMAR BALEEIRO DE MELO JÚNIOR

**ESTRUTURAS BIOGÊNICAS EM LATOSSOLOS DE CHAPADÕES,
UBERLÂNDIA – MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração em Solos, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 06 de Fevereiro de 2012.

Dr. Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer UFV

Dr. Guilherme Resende Corrêa UFV

Dr. João Carlos Ker UFV

Dr. João Herbert Moreira Viana EMBRAPA MILHO E SORGO

Prof. Dr. Gilberto Fernandes Corrêa
ICIAG-UFU
(Orientador)

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2012

DEDICATÓRIA

Dedico esta pesquisa a todos meus professores,
os quais eu desde criança admiro e busco me espelhar.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela vida, pela família que tenho e por ter manifestado o meu dom desde o início da minha trajetória acadêmica.

Aos meus pais Heliomar Baleeiro de Melo e Edna Mendes de Melo pelo apoio, incentivo, confiança, conhecimento, vivência e tudo o que um filho pode esperar de bom dos seus pais.

À minha irmã Lais Mendes de Melo, pelo amor e incentivo.

Aos meus grandes amigos aqui representados por, Ivaniele, Camilla, Letícia, João Eduardo, Joaquim, Reinaldo, Maria Rita, Dalcimar, Tatiane e tantos outros pelos momentos bons que se foram e que ainda virão.

A todos os professores e técnicos do Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais que acompanham a minha trajetória acadêmica.

Ao professor Elias Nascentes Borges pelos conselhos, confiança, e por ter me ajudado muito a enriquecer meus conhecimentos e currículo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela bolsa de estudos que possibilitou a execução deste trabalho.

Aos laboratórios de Laboratório de Manejo e Conservação dos Solos (LAMAS) e Laboratório de Análise de Solos e Calcários (LABAS), ambos do Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais (ICIAG) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), por permitir a realização de análises.

Aos membros da banca por aceitarem o convite e contribuírem com o trabalho.

Ao Sr. Joaquim que acompanhou a parte de campo deste trabalho com grande presteza.

Aos alunos da 1ª e 2ª turmas de Agronomia da Fundação Carmelitana Mário Palmério - FUCAMP, os quais fizeram parte da minha vida no período de realização deste trabalho e me ensinaram muito.

À Alcione Arruda a qual me deu a minha oportunidade de trabalho e me ajudou muito todas as vezes que precisei e me ensinou muito.

Em especial ao meu orientador e “pai na trajetória acadêmica” Prof. Dr. Gilberto Fernandes Corrêa, o qual incansavelmente compartilha comigo suas experiências de campo, conhecimentos, lições de vida e me incentiva sempre a buscar meus objetivos e realmente orienta-me na vida acadêmica desde a época da graduação.

Muito obrigado!

EPÍGRAFE

“No meio da dificuldade encontra-se a oportunidade.”

Albert Einstein

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1. INTRODUÇÃO	01
HIPÓTESE	04
2. REFERENCIAL TEÓRICO	05
3. MATERIAL E MÉTODOS	09
3.1 Campo, preparo e documentação fotográfica das estruturas.....	09
3.2 Caracterização física	10
3.3 Caracterização química.....	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1 Morfologia.....	15
4.2 Características químicas.....	23
4.3 Características físicas.....	24
5. CONCLUSÃO.....	26
LITERATURA CITADA.....	27

ÍNDICE DE FOTOS

FOTO 1. Estruturas granulares do tipo “boulettes termitiques” no interior de uma galeria em um murundu. Não se observa contraste de cor entre os grânulos e o material da parede. CORRÊA, 1989.....	08
FOTO 2. Latossolo Vermelho ácrico típico (LVw), muito argiloso, fase cerrado tropical subcaducifólio, relevo plano, no qual se destaca um aglomerado de estruturas termíticas à mais de 100 cm de profundidade. Perfil 11 do XXXIII CBCS (CORRÊA et al., 2011). Local: Floresta do Lobo–BR 050.....	11
FOTO 3. Latossolo Vermelho ácrico típico (LVw), muito argiloso, fase cerrado, relevo plano. Corte à margem da BR 365, onde a exposição às chuvas deixou em relevo as estruturas biogênicas. Local: Imediações do bairro Alvorada, Uberlândia–MG.....	12
FOTO 4. Latossolo Amarelo ácrico típico (LAW), muito argiloso, fase floresta subperenifólia, relevo plano, mostrando perfuração de 20 cm para coleta superficial de estruturas biogênicas. Local: Imediações da nascente do Ribeirão Beija-Flor, município de Uberaba-MG.....	13
FOTO 5. Latossolo Amarelo ácrico típico (LAW), muito argiloso, fase cerrado, relevo plano. Corte à margem da BR 050, onde a exposição às chuvas deixou em relevo as estruturas biogênicas. Local: Imediações do Posto Cinquentão, município de Uberaba-MG.....	13
FOTO 6. Aplicação de jato de água com objetivo de salientar as estruturas biogênicas em perfil de LAW. Local: Imediações do Posto Cinquentão, município de Uberaba-MG (BR 050).....	14
FOTO 7. Estruturas de termiteiro hipógeno em Latossolo Vermelho ácrico típico. Observa-se que o contraste é estrutural e não em decorrência na variação da cor. Perfil 11 do XXXIII CBCS (CORRÊA et al., 2011). Local: Floresta do Lobo–BR 050.....	16

FOTO 8. Contraste entre estruturas biogênicas diversas (em relevo e de cor amarelada) e a matriz do solo (cor escurecida pelo efeito da matéria orgânica). Latossolo Amarelo ácrico típico (LAW), muito argiloso, fase cerrado, relevo plano. Local: Imediações do Posto Cinquentão, município de Uberaba-MG (BR 050).....	17
FOTO 9. Estruturas biogênicas do tipo Cilíndricas (pedotúbulos e crotovinas) agrupadas segundo a classe de tamanho proposto na Tabela 1.....	18
FOTO 10. Estruturas cilíndricas geneticamente distintas (coprólitos de anelídeo e pedotúbulos).....	19
FOTO 11. Estruturas biogênicas do tipo Blocos Irregulares, agrupadas segundo a classe de tamanho proposto na Tabela 1.....	20
FOTO 12. Estruturas em blocos irregulares de origem termítica (a) e de coprólitos de anelídeos excretados de forma não confinada.....	21
FOTO 13. Estruturas biogênicas do tipo Globular, agrupadas segundo a classe de tamanho proposto na Tabela 1.....	21

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1. Tipos e classes de tamanho de estruturas biogênicas.....	17
TABELA 2. Tipos e descrição de estruturas biogênicas.....	22
TABELA 3. Principais características químicas dos solos amostrados (matriz e estruturas biogênicas associadas).....	24
TABELA 4. Algumas características físicas de estruturas de solos formadas pela ação da pedofauna e sem a interferência direta desta.....	25

RESUMO

MELO JÚNIOR, HELIOMAR BALEEIRO de. **Estruturas biogênicas em Latossolos de Chapadões, Uberlândia, MG.** 2012. 42 f. Uberlândia: UFU, 2012. 43 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Solos) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.¹

A atividade biológica pode interferir na morfologia do solo, particularmente na estrutura, a ponto de ser considerada na Soil Taxonomy. Em condições de clima tropical a magnitude dos efeitos da atividade biológica no solo é ainda mais expressiva. Todavia, características morfológicas de natureza biogênica ainda não têm sido levadas em consideração pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). Os efeitos da atividade da pedofauna na morfologia vão desde a bioturbação, que pode interferir no desenvolvimento de estruturas pedogenéticas, até a produção de estruturas que persistem no interior dos solos. Considerando que na descrição morfológica do solo devem ser registradas as características decorrentes dos processos pedogenéticos, foi desenvolvido este estudo com propósito de apresentar uma primeira aproximação da descrição de estruturas bioplasmadas de ocorrência comum em muitos solos brasileiros. Com este propósito foram examinados latossolos, situados em áreas de chapadão, devido a marcante atuação da pedofauna em decorrência das variações pedoambientais que ocorreram nestas áreas. São apresentadas classes de tamanho para diferentes tipos de estruturas biogênicas, como uma proposta que considera a relevância da atividade biológica no solo. Na caracterização morfológica de solos, particularmente latossolos, a abundância e diversidade destas estruturas justifica sua descrição.

Termos de indexação: pedofauna, morfologia do solo, estruturas biogênicas.

¹ Orientador: Gilberto Fernandes Corrêa – UFU

ABSTRACT

MELO JÚNIOR, HELIOMAR BALEEIRO de. **Biogenic structures in Oxisols of Chapadões, Uberlândia, MG.** 2012. 42 f. Uberlândia, UFU, 2012. 43 f. Dissertation (MSc in Agronomy / Soil) - Federal University of Uberlândia.²

The biological activity in soil can interfere enough on its morphology, particularly in the structure as to be considered in the classification system developed soils (Soil Taxonomy). In tropical conditions the magnitude of the effects of biological activity in soil is even greater. However, morphological characteristics of biogenic nature has not been taken into consideration by the Brazilian System of Soil Classification (SiBCS). The effects of activity on the morphology pedofauna range from bioturbation, which may affect the development of pedogenetic structures, to produce structures that persist within the soil. Whereas the morphological description of soil characteristics should be recorded under the pedogenic processes, was developed for the purpose of this study provide a first approximation to the description of structure bioplasmas of common occurrence in many Brazilian soils. For this purpose were examined soils, in areas of plateau due to the outstanding performance pedofauna pedoambientais due to the variations that occurred in these areas. Size classes are presented for different types of biogenic structures, such as a proposal that considers the relevance of biological activity to some extent already covered by the Soil Taxonomy, motivated by numerous field observations and several studies have developed related to the action in the pedofauna Brazilian soils. In the morphological characterization of some soils, the abundance and diversity, is essential to an appropriate mention biogenic structures, which is not traditionally done.

Index terms: pedofauna, soil morphology, biogenic structures, Brazilian soils.

² Major Professor: Gilberto Fernandes Corrêa – UFU.

1. INTRODUÇÃO

Os solos são considerados como uma coleção de corpos naturais dotados de atributos resultantes da diversidade de efeitos da ação integrada do clima e dos organismos, agindo sobre o material de origem, em determinadas condições de relevo, durante certo período de tempo (SOIL SURVEY STAFF, 1951). Esta combinação de fatores na formação dos solos, da qual resultam diversas feições pedológicas (morfologia), varia em intensidade e, por sua vez, constitui a base morfogenética dos atuais sistemas de classificação de solos.

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), tem a seu favor um forte vínculo com o campo, justamente onde o conhecimento sobre os solos tem que ser testado. Por sua vez, as divergências que ocorrem junto ao perfil de solo constituem o propulsor maior do processo de aprimoramento da classificação. Oportunidades assim têm sido propiciadas pelas Reuniões de Correlação e Classificação de Solos (RCCs), quando nota-se que há uma tendência a atribuir aos fatores clima-pedoclima muito do que resulta da interação de clima e organismos. Portanto, o termo “fatores bioclimáticos” é o que melhor traduz a necessária visão integrada destes dois fatores (clima e organismos), uma vez que estão intimamente relacionados. Particularmente em condições tropicais, convém melhor ponderar sobre cada um destes dois fatores, buscando uma reflexão mais acurada sobre a pedogênese face à ação da pedofauna.

Uma expressiva bioturbação, por afetar a morfologia do solo, deve ser contemplada na classificação em diferentes níveis categóricos, pois modifica a estrutura e tem marcante efeito sobre o arejamento e a drenagem ao longo do perfil. A bioturbação é tida como um indicador de aeração do solo (FOUCAULT; RAOULT, 1988). Na Soil Taxonomy (USDA, 1975), por exemplo, os grandes grupos atuais *Vermiborolls*, *Vermudolls* e *Vermustolls*, designam solos com “epipedon mollic” no qual pelo menos 50 % do volume constituem-se de galerias e dejeções de minhocas e de outros organismos que vivem no solo.

No Brasil ocorrem consideráveis extensões de solos cuja morfologia é fortemente influenciada pela pedofauna, particularmente pela ação dos térmitas, independente de diferenças climáticas: perfis VII RCC – 21 MG (clima BSw, Köppen), VII RCC – 19 MG (clima Aw, Köppen) e VII RCC – 5 MG (Cwa, Köppen) (KER et al., 2005); perfis III/SG e V/Ub (Cwb, Köppen) (CORRÊA, 1989); perfil 7 – XXXIII BCS (CORRÊA et al., 2011). Este fato nos revela uma grande capacidade de adaptação dos

organismos em geral, seja através da especiação ou não. Afinal, o clima é, dentre os fatores de formação dos solos, aquele que mais variou ao longo do tempo. Não se precisa ir além do Pleistoceno para se fazer alusão a grandes variações climáticas, às quais os organismos a que se refere não sucumbiram. A efetiva presença de térmitas em condições adversas mostra sua grande capacidade de adaptação dos térmitas a amplas variações dos fatores água e vegetação, conforme observaram Leprun e Roy-Noël (1976) em estudo realizado no Senegal.

É fácil reconhecer as evidências da atividade da pedofauna: estruturas e vazios (galerias e câmaras) construídos por térmitas, formigas e vespídeos, entre outros insetos; coprólitos diversos e galerias, principalmente de anelídeos; crotovinas³. Quanto à ação de artrópodes e de minhocas, Thorp (1967) observa que estes organismos atuam mais no horizonte A, devido à destacada presença de matéria orgânica, particularmente em solos florestais. Com relação à ação dos térmitas Miklos (1992) afirma que estes organismos coletam argilas em profundidade e as depositam na superfície, onde os termiteiros são construídos.

O presente trabalho enfatiza a atuação dos “organismos” na gênese do solo, tendo por princípio o fato de este ser um meio propício a a atividade de uma grande diversidade de organismos da pedofauna. Estas condições são dadas pela presença de oxigênio, água, nutrientes e temperaturas propícias à atividade biológica. É, portanto, óbvio que durante o longo tempo necessário ao processamento da pedogênese tenha ocorrido uma completa bioturbação do material que constitui a fase sólida do solo. Afinal, os organismos são reconhecidos, desde os primórdios da ciência do solo, como um dos fatores de formação do solo: Solo = f (material de origem, clima, organismos, relevo e tempo). Esta expressão tem sido atribuída a V. V. Dokuchaev, considerado por alguns como o “pai da ciência do solo” (FANNING; FANNING, 1989).

À exceção da fração orgânica, na caracterização do tipo de horizonte de superfície (H, O, A e os respectivos transicionais) ou mesmo de profundidade (Bh e Bhs), não tem sido levado em consideração, na descrição do solo, nenhuma outra consequência da atividade biológica. Isto, apesar da atuação da vida no solo se expressar de forma marcante na morfologia, o que justifica plenamente considerá-la na descrição morfológica, particularmente no que se refere às estruturas. Estas, certamente, são mais profusas em condições de clima tropical úmido.

³ Galerias perfuradas no solo por minhocas, p. ex.) e preenchidas por materiais provenientes de outro horizonte em posição superior.(Lozet & Mathieu, 1986).

A lenta evolução da drenagem superficial e subterrânea condicionou a diversidade de características pedológicas nas áreas de chapadões do Brasil Central. Este fato impôs vários ciclos pedogenéticos nesta superfície (CORRÊA et al., 2011). Estas variações hidrológicas interferiram na maior ou menor atuação da pedofauna e, conseqüentemente, as estruturas formadas pela atividade biológica se constituem num importante marcador da extensão e da intensidade em que as variações pedoambientais pretéritas tiveram na morfologia dos solos destas áreas, em particular. Em geral estas estruturas são resistentes e, quando confinadas no interior dos solos, tem um tempo de residência muito longo, o que pode torná-las um indicador de condições pedoambientais que direcionaram fases na evolução de uma pedogênese policíclica. A longa durabilidade de muitas destas estruturas pode ser inferida por se tratar de detritos fossilizados, produzidos por organismos atualmente inexistentes, indicando que foram formadas em condições pedoambientais diferentes das atuais. O aspecto peculiar destas estruturas torna fácil seu reconhecimento no perfil de solo e, por outro lado, a ocorrência expressiva destas formações torna necessário seu registro descritivo na análise morfológica do solo.

O objetivo deste trabalho foi focalizar a descrição morfológica no que se refere a estruturas biogênicas, buscando assim subsidiar uma caracterização mais adequada de solos fortemente influenciados pela pedofauna, ou seja, casos em que há uma expressiva presença destas formações.

A diversidade destas estruturas propicia um quadro suficientemente abrangente para desenvolver o tema a que se propõe este estudo. Assim, as discussões que motivaram estas páginas, bem como as observações e os estudos que as alicerçam, relacionam-se às estruturas decorrentes da atividade biológica no solo. A descrição destes componentes estruturais bioplasmados, uma vez sistematizada, poderá representar um avanço na descrição morfológica de solos, especialmente em regiões tropicais.

HIPÓTESE: A meso e macrofauna de solos tropicais possuem estruturas biogênicas que se mesclam ou superpõem à estrutura típica do solo, e influenciam sua morfologia.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

As diversas formas de estruturas do solo têm sido atribuídas à organização de agregados estabilizados por meio de diferentes agentes cimentantes, decorrentes dos processos de formação dos solos (TISDALL; OADES, 1982). A junção das partículas primárias (areia, silte e argila) em unidades estruturais, confere uma característica morfológica importante na descrição do solo, a qual é classificada segundo o tipo, a classe de tamanho e o grau de desenvolvimento (RESENDE et al., 2007). A forma (tipo) e o grau de desenvolvimento dos agregados dependem de processos químicos, físicos e biológicos (LAL et al., 2003) influenciados pelo conteúdo e tipo de argila predominante, os íons trocáveis presentes na solução do solo, agentes cimentantes inorgânicos e orgânicos, o destacado papel da matéria orgânica, a atividade biológica e o manejo do solo. A influência da argila sobre a formação da estrutura também se deve à sua capacidade de expansão e contração, devido aos ciclos de umedecimento e secagem.

Segundo Lal et al. (2003), existem três enfoques distintos que caracterizam o processo de agregação do solo: (i) o físico-químico, que compreende a floculação da fração coloidal, seguida pela cimentação das partículas que se agrupam em microagregados, que por sua vez se juntam para formar agregados maiores; (ii) o pedológico ou genético-morfológico, o qual é baseado na gênese e nos fatores de formação, reconhecendo que cada solo adquire uma determinada estrutura durante o seu processo de formação; (iii) o agrônômico que considera estruturados os solos em que predominam estruturas entre 0,25 até 10 mm, o que está relacionado com o manejo no qual o solo encontra-se submetido.

Embora a ênfase neste estudo seja sobre estruturas (agregados), é oportuno, em se tratando de pedofauna, mencionar outra importante forma de estrutura, qual seja a abertura de galerias que vão influir na dinâmica da água e do ar no solo. Neste particular, estudando a atividade de minhocas, Lopes Assad (1987) menciona registros de até mais de 40 metros de galerias por m³ de solo.

Em clima temperado a ação das minhocas foi considerada por Scheu (2003) como uma das mais importantes no solo devido à capacidade de alterar as características pedoambientais através da abertura de galerias, as quais afetam propriedades físicas como o arejamento e a taxa de infiltração de água. Há que se considerar também o

benefício causado por estes organismos com relação à disponibilidade de nutrientes e favorecimento à atividade microbiana.

Em condições tropicais, a atividade biológica no solo é bem mais intensa tendo como seus principais agentes os térmitas, as formigas e os anelídeos, responsáveis por processos de bioturbação mais intensos e maior profusão de estruturas biogênicas (WOLTERS, 2000). Muitas dessas estruturas são notadamente mais estáveis que aquelas resultantes dos processos pedogenéticos e, também, mais resistentes a ciclos de umedecimento e secagem (LAVELLE et al., 1997; OYEDELE et al., 2006).

Estudo desenvolvido por Silva Neto (2010) mostrou uma maior estabilidade física de coprólitos em comparação com agregados pedogênicos, indicada pelo maior diâmetro médio de agregados após peneiramento úmido e pelo menor grau de dispersão de argila.

Por outro lado, é pertinente assinalar que frequentemente se depara com a presença de estruturas biogênicas não mais associadas aos organismos que as produziram. Este fato constitui um importante indicador de mudanças ambientais que extinguiram, totalmente ou apenas localmente, determinado(s) organismo(s) da pedofauna que tiveram, no passado, condições pedoambientais que lhes eram favoráveis. Tais ocorrências constituem um importante indicador de fatos relacionados à evolução da paisagem e, conseqüentemente, da cobertura pedológica. É o caso, por exemplo, de estruturas tubulares que ocorrem em profundos saprolitos de gnaiss na região sudeste do Brasil, atribuídas a paleovermes (CORRÊA, 1984; RESENDE et al., 2007). Em outras situações, organismos que geram estruturas continuam atuantes, mas evidências reveladas pela quantidade dessas estruturas no interior do solo mostram que esta atuação foi muito mais intensa no passado, indicando uma importante variação nas condições de drenagem. Isto é comum com relação aos térmitas em faixas de vertentes que apresentavam ressurgências sazonais no passado, o que é bem evidente em áreas de chapadão, em associação à evolução da drenagem ao longo das veredas (CORRÊA et al., 2011). Tais evidências não devem ser relegadas em estudos de evolução da paisagem.

Até o presente, nas descrições de perfis em murundus⁴ (CORRÊA, 1989; KER et al., 2005), procurou-se adotar os procedimentos e, tanto quanto possível, a terminologia proposta por EMBRAPA (1988a e 1988b), apesar da especificidade dessas estruturas.

⁴ Microrrelevo de origem termítica.

A unidade estrutural produzida pelos térmitas é granular, muito pequena e pequena (< 1 mm e de $1 - 2$ mm). Estas unidades de construção, denominadas “boulettes termitiques” (“termite pellets”) por Eschenbrenner (1986 e 1987), formam as paredes internas e a externa dos termiteiros. Estas paredes, quando desmanteladas, geram fragmentos que, do ponto de vista pedológico, são estruturas secundárias. Considerando estes fragmentos como blocos, seu aspecto macroscópico é irregular-angular quando novos, porém são mais uniformes e subangulares quando parcialmente desfeitos com o decorrer do tempo. Estes dois tipos de blocos, em geral, apresentam o tamanho variando de médio ($10 - 20$ mm) a grande ($20 - 50$ mm), quando em murundus com plena atividade dos térmitas. Esses fragmentos (blocos biogênicos), conforme já mencionado, vão sendo desfeitos com o passar do tempo e tendem a desaparecer nos murundus senescentes (amplos e rebaixados), bem como na porção inferior interna daqueles mais elevados, por também serem antigos. Nesse processo, há uma diminuição no tamanho dos blocos, passando a apresentar certa regularidade de forma e dimensões muito pequena e pequena, respectivamente < 5 mm e $5 - 10$ mm. Com o tempo estes blocos acabam por se desfazerem, liberando por completo suas unidades estruturais elementares do tipo granular (CORRÊA, 1989). Consequentemente, o aspecto estrutural no interior do murundu, como um todo ou parcialmente, passa a ser o mesmo de um Latossolo, razão pela qual vários pesquisadores já aventaram a hipótese de que a estrutura granular dos Latossolos seria resultado da ação dos térmitas, (MIKLÓS, 1992; NUNES et al., 2000; SCHAEFER, 2001; FIGUEIREDO et al., 2002). A considerar que os gêneros atuais de térmitas existem desde o início da Era Terciária (GRASSÉ; NOIROT, 1959; WILLIAMS, 1978), é evidente que, particularmente os solos mais velhos, situados nos chapadões, foram intensamente trabalhados por estes organismos.

Portanto, enquanto blocos, estes diferem daqueles pedogenéticos pela forma e estabilidade. Porém, os constituintes granulares (“boulettes termitiques”) se confundem com a estrutura granular dos latossolos e apresentam forte a moderado grau de desenvolvimento (CORRÊA, 1989).

A Foto 1 mostra estruturas do tipo granular produzidas por térmitas (cupins), embora não distinguível das estruturas granulares pedogênicas. Portanto, no caso de estrutura granular, para que se tenha certeza de que seja de origem biológica, só mesmo aquelas associadas aos murundus.

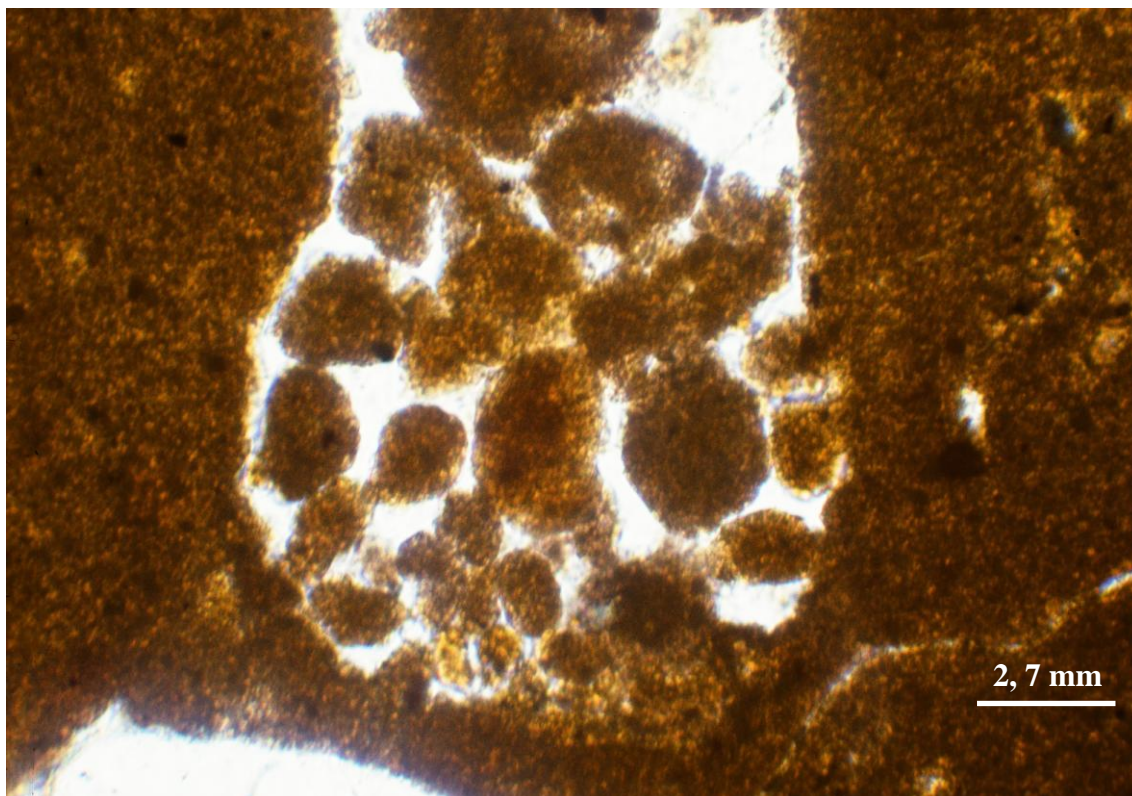


FOTO 1. Estruturas granulares do tipo “boulettes termitiques” no interior de uma galeria em um murundu. Não se observa contraste de cor entre os grânulos e o material da parede. CORRÊA, 1989.

Nos murundus (exemplo mais contundente da manifestação da ação da pedofauna no solo), particularmente naqueles gerados pelo acúmulo de restos de pequenos termiteiros, as estruturas em seu interior variam com a profundidade, em estreita relação com a idade, a qual se expressa pelo porte e pela conformação desse microrrelevo (CORRÊA et al., 2004; CORRÊA, 2005). Assim, existem aqueles que podem ser descritos à semelhança de um Latossolo (murundus senescentes), bem como outros (com forte atividade termítica) nos quais os horizontes não são devidamente reconhecidos e a descrição como camadas é, evidentemente, mais apropriada. Neste caso há uma associação de estruturas biogênicas: granular bem desenvolvida (muito pequena e pequena) e fragmentos de termiteiros constituindo blocos irregulares-angulares e subangulares, em geral médios e grandes, conforme estudo desenvolvido por Corrêa (1989). Assim, depreende-se que os murundus residuais permitem uma descrição pedológica, mas certas particularidades devem ser observadas. Estas particularidades se referem, essencialmente, às suas estruturas, integralmente de origem termítica, o que nos deve levar a evitar a descrição desses perfis sem deixar claro sua origem biogênica.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Campo, preparo e documentação fotográfica das estruturas

O estudo em questão contemplou duas classes de Latossolos ácricos (LVw e LAw – Fotos 2, 3, 4 e 5) situados em áreas de chapadão (superfície Sul-Americana), na região do Triângulo Mineiro. Nesta superfície de cronologia cenozóica e textura muito argilosa (BRAUN, 1971) os solos passaram por uma evolução policíclica (CORRÊA et al., 2011). A diversidade de ambientes relacionados à evolução pedogenética destas áreas sedimentares foi responsável por uma atividade pedofaunística muito intensa em certas fases, com reflexos em suas morfologias atuais.

A variação de cores (Fotos 2 e 5) está associada à paleodrenagem (CORRÊA, 1989; CORRÊA et al., 2011) que direcionou a gênese dos solos em áreas de chapadões do Brasil Central. Assim, os Latossolos Vermelhos (LVw) estão situados em áreas que já apresentavam boa drenagem, quando as condições de má drenagem ainda prevaleciam nas áreas atualmente com presença de Latossolo Amarelo (LAw). Neste caso, a redução e lixiviação de parte considerável do ferro favoreceram a formação de goethita e a ausência de hematita (RESENDE, 2007).

No LAw (Foto 5) o maior contraste das estruturas biogênicas com a matriz do solo, quando mais próximas da superfície indica que o material excretado ou carregado pelos organismos provém de níveis mais profundos dos solos, conforme fazem os térmitas (FÖLSTER, 1964; CAILLEUX, 1966; ALONI, 1975; ALONI e SOYER, 1987; CORRÊA, 1989).

Nas áreas amostradas a altitude varia de aproximadamente 930 m a cerca de 1.000 m, onde ocorre o tipo climático Cwa da classificação climática de Köppen (EMBRAPA, 1982).

Nos cortes de estrada em que o solo se encontrava exposto por tempo suficiente para ressaltar as estruturas biogênicas (devido sua maior estabilidade), as coletas de solos e destas estruturas foram realizadas sem necessidade de promover a sua exposição. Nos casos em que a exposição destas estruturas não estava suficientemente evidente, estas foram expostas no local de coleta mediante jatos de água sob pressão, utilizando uma bomba costal manual (Foto 6), tendo em vista a documentação fotográfica.

Em cada local coletou-se amostras tanto do material correspondente à matriz do solo (material pedogenizado), quanto às estruturas biogênicas associadas. Estes materiais amostrados foram colocados para secagem ao ar. As estruturas, depois de secadas, foram escovadas com escova de dente para retirada do material de solo que as envolviam.

As estruturas isoladas foram agrupadas segundo suas características morfológicas em: blocos irregulares, cilíndrica e globular e fotografadas, em conjunto e por tipo macroscópico. Logo em seguida realizou-se medições das referidas estruturas e deu início à descrição e classificação das mesmas.

3.2 Caracterização física

As amostras do material pedogenizado (matriz do solo) e as estruturas biogênicas (após trituradas), coletadas na mesma faixa de profundidade, foram passadas em peneira de 2 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA) e analisadas quanto à textura e argila dispersa em água (EMBRAPA, 1997). Estas análises foram realizadas no Laboratório de Manejo e Conservação dos Solos (LAMAS) do Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais (ICIAG) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

3.3 Caracterização química

As amostras de TFSA foram também analisadas quanto às suas características químicas comumente realizadas para caracterização dos solos, conforme Embrapa (1997)**. Estas análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos e Calcários (LABAS) do Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais (ICIAG) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

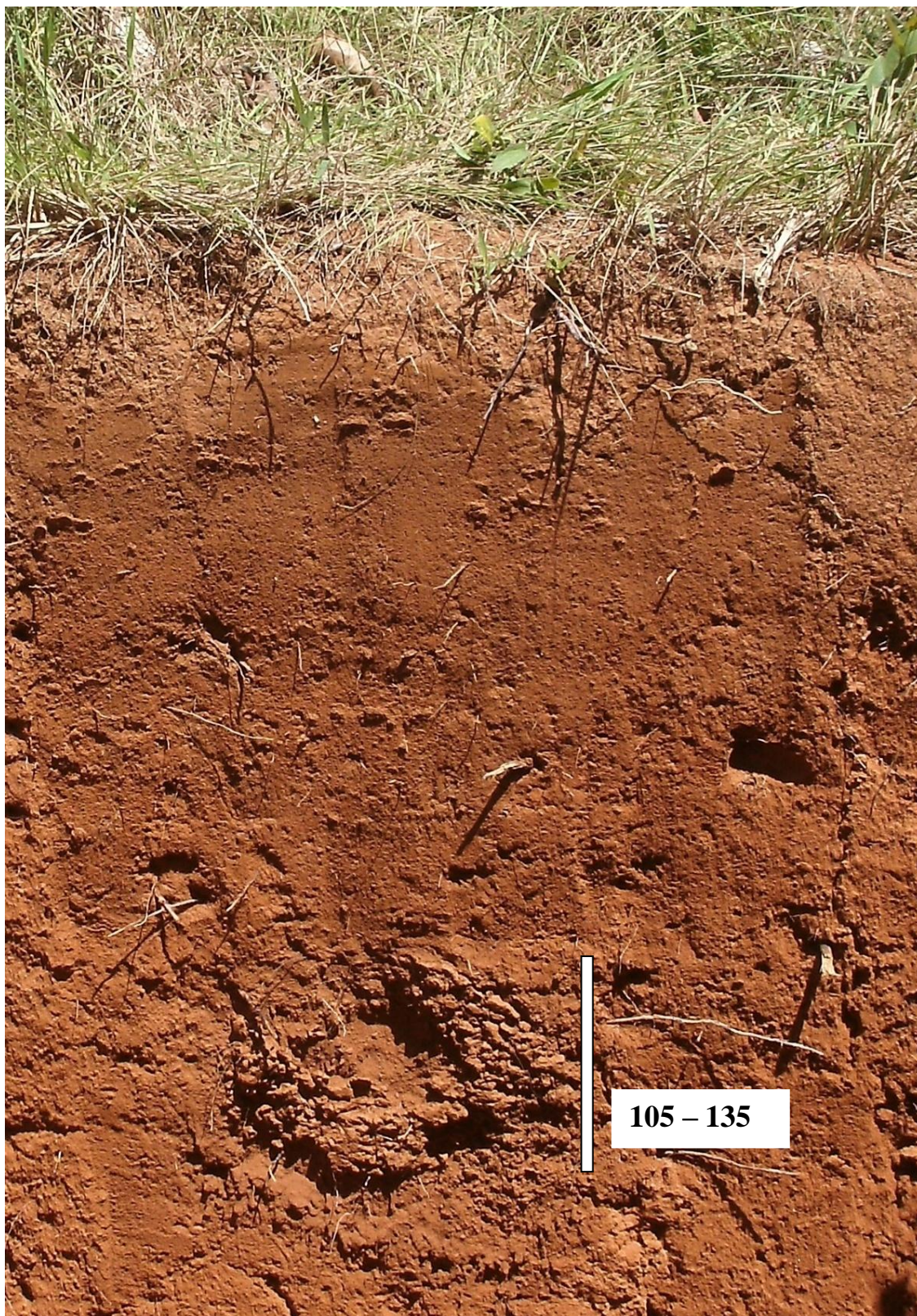


FOTO 2. Latossolo Vermelho ácrico típico (LVw), muito argiloso, fase cerrado tropical subcaducifólio, relevo plano, no qual se destaca um aglomerado de estruturas de um termiteiro hipógeno à mais de 100 cm de profundidade. Observa-se que o contraste é estrutural e não em decorrência na variação da cor. Perfil 11 do XXXIII CBCS (CORRÊA et al., 2011). Local: Floresta do Lobo–BR 050.

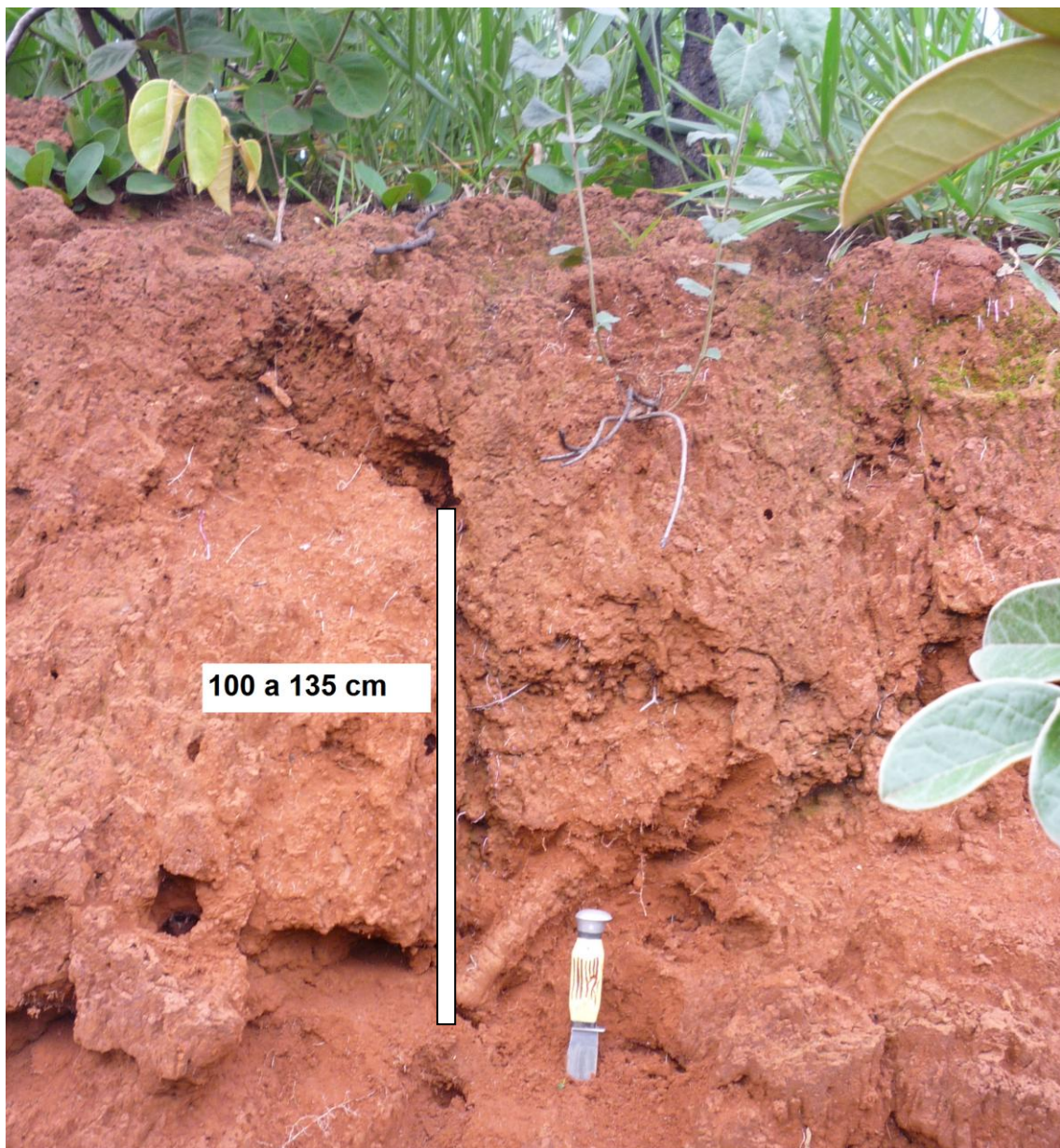


FOTO 3. Latossolo Vermelho ácrico típico (LVw), muito argiloso, fase cerrado tropical subcaducifólio, relevo plano. Corte à margem da BR 365, onde a exposição às chuvas deixou em relevo as estruturas biogênicas. Local: Imediações do bairro Alvorada, Uberlândia–MG.

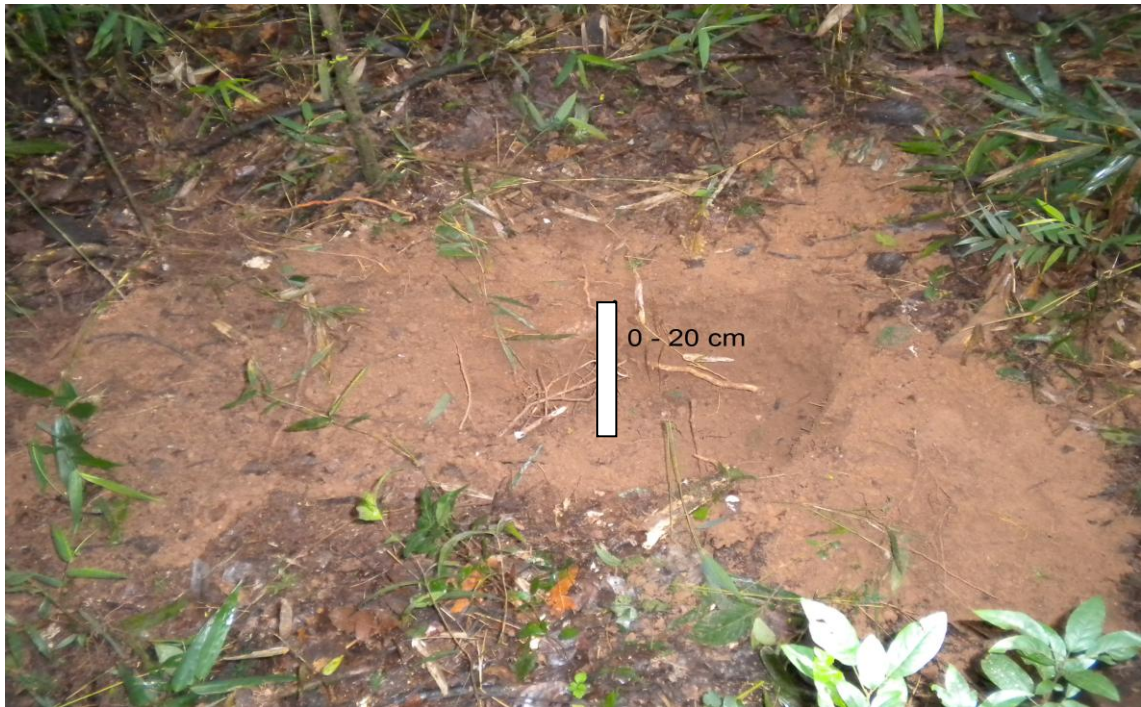


FOTO 4. Latossolo Amarelo ácrico típico (LAW), muito argiloso, fase floresta subperenifolia, relevo plano, mostrando perfuração de 20 cm para coleta superficial de estruturas biogênicas. Local: Imediações da nascente do Ribeirão Beija-Flor, município de Uberaba-MG.



FOTO 5. Contraste entre estruturas biogênicas diversas (em relevo e de cor amarelada) e a matriz do solo (cor escurecida pelo efeito da matéria orgânica próxima à superfície). Latossolo Amarelo ácrico típico (LAW), muito argiloso, fase cerrado tropical subcaducifólio, relevo plano. Local: corte de estrada, imediações do Posto Cinquentão, município de Uberaba-MG (BR 050).



FOTO 6. Aplicação de jato de água com objetivo de salientar as estruturas biogênicas em perfil de LAw. Local: Imediações do Posto Cinquentão, município de Uberaba-MG (BR 050).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Morfologia

As estruturas biogênicas foram organizadas por forma (tipo) e tamanho (classe) à semelhança do que se faz para agregados pedogenéticos. Quanto ao grau de desenvolvimento, se aplica os mesmos utilizados para as estruturas pedogênicas. O que se almeja é propor uma descrição de estruturas que contemple também aquelas de origem biológica. Dessa forma, quando pertinente, ao descrever a estrutura do solo, seriam discriminados estes dois tipos de agregados geneticamente distintos.

A Tabela 1 apresenta uma proposta de classificação para estruturas biogênicas, cujas classes (intervalos de tamanho) não correspondem exatamente às convencionadas para as estruturas pedogênicas, exceto para a estrutura granular.

TABELA 1. Tipos e classes de tamanho de estruturas biogênicas.

Tipo → Classe ↓	Granular	Cilíndrica ($> \emptyset$)	Blocos Irregulares	Globular
Muito pequena	$< 1\text{ mm}$	$< 4\text{ mm}$	$< 10\text{ mm}$	-
Pequena	$1\text{ a } < 2\text{ mm}$	$4\text{ a } < 8\text{ mm}$	$10\text{ a } < 20\text{ mm}$	$10\text{ a } < 25\text{ mm}$
Média	$2\text{ a } < 5\text{ mm}$	$8\text{ a } < 12\text{ mm}$	$20\text{ a } < 30\text{ mm}$	$25\text{ a } < 35\text{ mm}$
Grande	$5\text{ a } < 10\text{ mm}$	$12\text{ a } < 16\text{ mm}$	$30\text{ a } < 40\text{ mm}$	-
Muito grande	$> 10\text{ mm}$	$> 16\text{ mm}$	$> 40\text{ mm}$	-

Há que se considerar o fato de que essa proposição tem por base um universo de amostragem ainda muito restrito, porém tendo como referência um domínio pedológico dos mais privilegiados quanto à atuação da pedofauna. Isto porque se trata de uma cobertura pedológica das mais antigas do mundo onde, conseqüentemente, houve grandes variações pedoambientais que impuseram uma evolução poligenética (policíclica) dos solos ao longo de vertentes (CORRÊA et al., 2011), com marcante atuação da pedofauna, cujas evidências, muitas vezes, ocorrem através de estruturas fossilizadas.

As Fotos 7, 9 e 11 apresentam os tipos de estruturas e as classes de tamanho com base na seção transversal, de acordo com a Tabela 1.

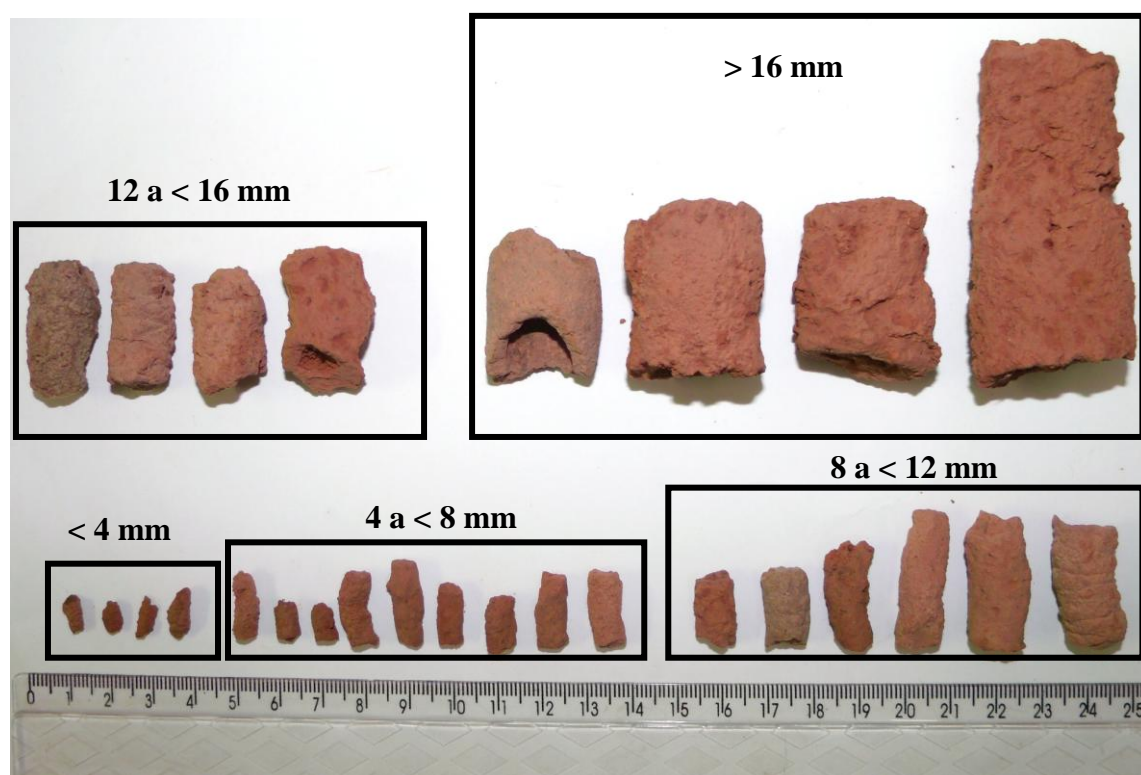


FOTO 7. Estruturas biogênicas do tipo cilíndricas (pedotúbulos e crotovinas) agrupadas segundo a classe de tamanho proposto na Tabela 1, coletadas nos quatro locais de amostragem (latossolos).

As estruturas cilíndricas nem sempre apresentam a mesma gênese. Estas podem ser ativamente formadas pela pedofauna, a exemplo dos coprólitos de anelídeos que obstruem canais produzidos por estes organismos, ou ainda podem ser formadas mais lentamente através do preenchimento destes canais por material de horizontes suprajacentes (crotovinas).

No caso dos coprólitos de anelídeos verifica-se uma morfologia externa diferenciada em relação aos pedotúbulos. Os coprólitos apresentam superfície externa anelada (Foto 8-a) resultante de uma organização formada por segmentos justapostos (entaçados), ou seja, convexos no sentido do trato digestivo, e côncavos na face oposta (Foto 8-b). Por sua vez os pedotúbulos apresentam a superfície externa sem anelamentos (Foto 8-c), que correspondem mais propriamente ao conceito de crotovinas. Apresentam-se, geralmente, extremamente duras quando secas, constituindo estruturas com grau de desenvolvimento forte que se quebram sem orientação definida

(sem linhas de fraqueza). Outros se apresentam ocos na parte central (Foto 8-d) e, consequentemente, são menos resistentes que os anteriores.

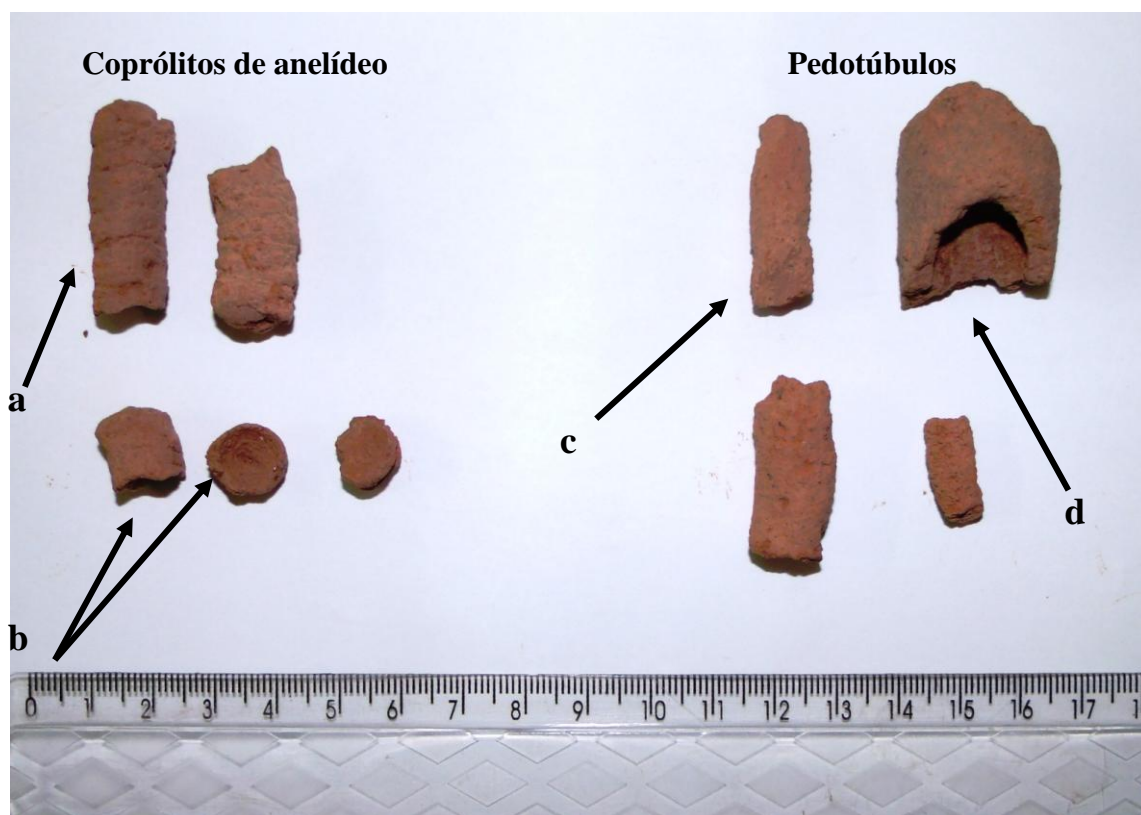


FOTO 8. Estruturas cilíndricas geneticamente distintas (coprólitos de anelídeo e pedotúbulos).

As estruturas em blocos são irregulares e se apresentam arestadas (estruturas com a forma original preservada – fragmentos de paredes de termiteiros) (Foto 10-a1), bem como com conformação abaulada, seja por desgaste das anteriormente descritas (Foto 10-a2) ou por se tratar de coprólito pastoso não confinado (Foto 10-b).

Com relação às estruturas globulares (Foto 11 e Tabela 1), houve limitação de exemplares, inviabilizando a definição de todas as classes de tamanho, ao contrário dos outros tipos (granular, cilíndrico e blocos). Embora as formas globulares sejam mais contundentes quando construídas por vespídeos, outras estruturas podem, até mesmo por desgaste, se arredondarem e compor as demais classes de tamanho faltantes na Tabela 1. As estruturas globulares encontradas foram consideradas pequenas e médias por analogia com aquelas do tipo blocos.

A Tabela 2 apresenta tipos e classes de tamanho para estruturas biogênicas, tendo em vista uma descrição morfológica mais completa do solo, quando este for caracterizado também por uma expressiva presença de estruturas biogênicas.

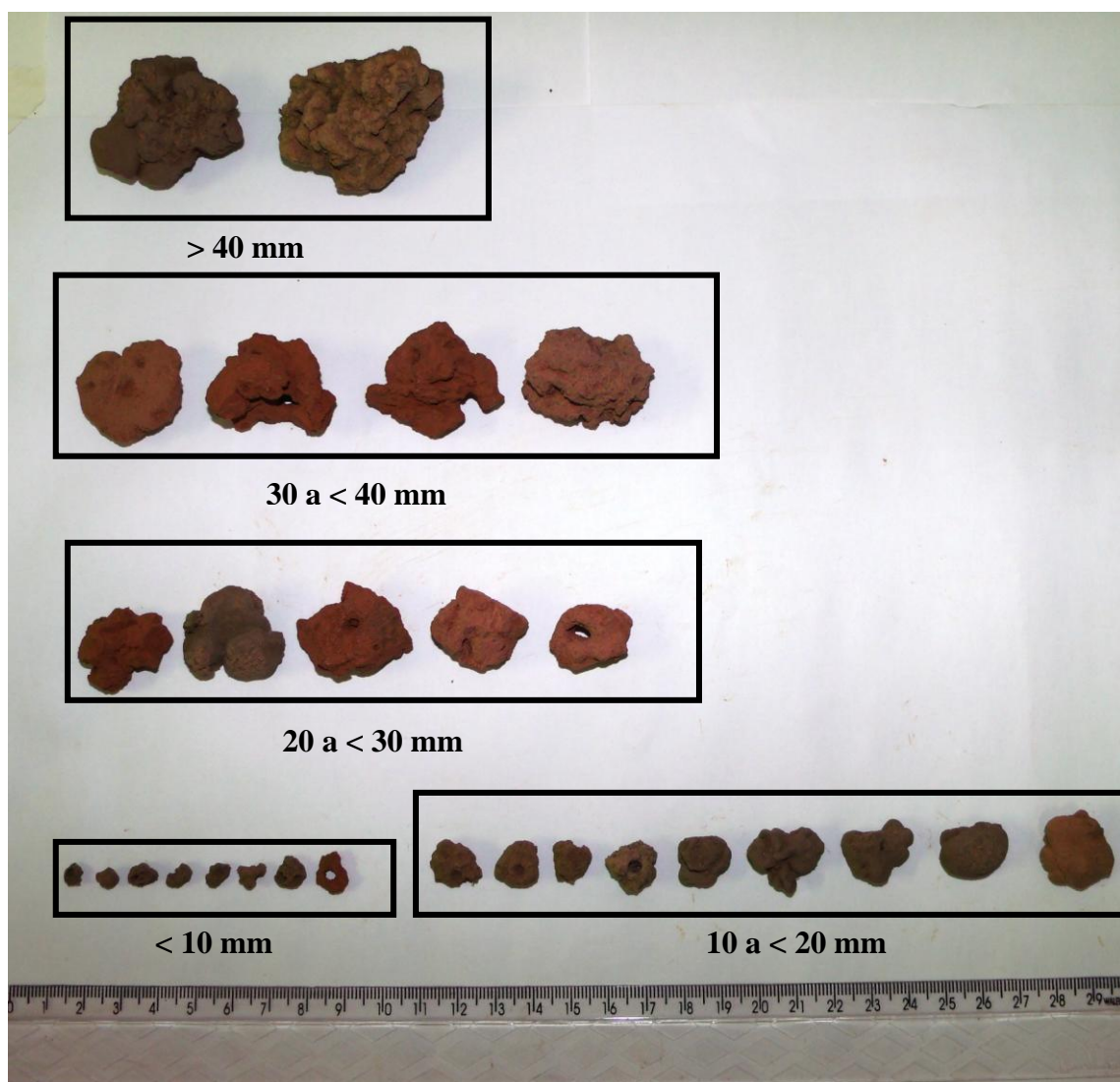


FOTO 9. Estruturas biogênicas do tipo blocos irregulares, agrupadas segundo a classe de tamanho proposto na Tabela 1.

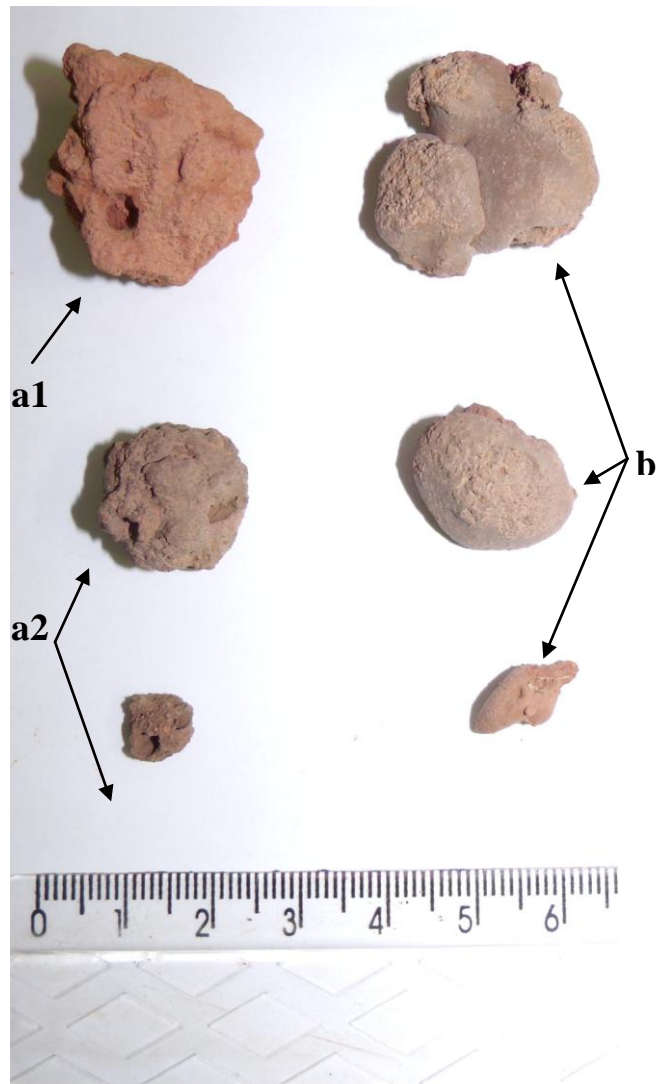








FOTO 10. Estruturas em blocos irregulares de origem térmica (a) e coprólitos de anelídeos excretados de forma não confinada (b).



FOTO 11. Estruturas biogênicas do tipo globular, agrupadas segundo a classe de tamanho proposto na Tabela 1.

TABELA 2. Tipos e descrição de estruturas biogênicas.

Aspecto macroscópico	Características	Gênese
<p>Granular</p> 	<p>Aproximadamente arredondados, deixando macroporos entre os grânulos.</p>	<p>Grânulos moldados no aparelho bucal de térmitas e grânulos fecais.</p>
<p>Cilíndrico</p> 	<p>O eixo longitudinal tem extensão maior (estrutura alongada). Esta, ao ser subdividida, apresenta um lado côncavo que se ajusta ao outro (convexo). Superfície externa anelada.</p>	<p>Coprólitos de anelídeos, obturando canais produzidos por estes organismos.</p>
<p>Cilíndrico</p> 	<p>Dimensões similares ao anterior. Trata-se de pedotúbulos. Pode apresentar-se oco na parte central, de disposição longitudinal. Superfície externa lisa.</p>	<p>Preenchimento de canais/galerias por deposição de material de solo suprajacente. Canais estes formados por ação da macrofauna ou por raízes.</p>
<p>Bloco Irregular</p> 	<p>Forma ligeiramente achatada (eixo <i>y</i>) e equidistante (eixos <i>x</i> e <i>z</i>). Superfície irregular, presença de orifícios característicos.</p>	<p>Fragmentos de paredes de termiteiros.</p>
<p>Bloco Irregular</p> 	<p>Conformação suavizada. Formas diversas (dependendo da consistência do material excretado), portanto com graus variáveis de deformação em relação aos coprólitos confinados em estruturas no interior do solo.</p>	<p>Coprólitos não moldados por estruturas fechadas (excretados à superfície do solo).</p>
<p>Globular</p> 	<p>Conformação esférica, com centro oco (podendo estar preenchido por material de solo).</p>	<p>Ninhos vesiculares de alguns <i>Hymenopteras</i> (vespídeos).</p>

Para exemplificar o que está sendo proposto, segue uma descrição pedológica de estruturas no interior de um murundu (microrrelevo edificado por térmitas):

. . . estrutura composta, forte a moderada, muito pequena a pequena grânulos biogênicos, associados a aproximadamente 50% de fragmentos médios e grandes, angulares a subangulares, provenientes de construções termíticas.

4.2 Características químicas

Procurou-se avaliar possíveis diferenças de natureza química nas amostras do material pedogenizado e naquele das estruturas biogênicas, partindo do princípio de que é comum organismos que geram estruturas, as produzirem com material coletado em profundidades bem abaixo de onde estas se encontram. O fato destes solos serem profundamente dessaturados (Tabela 3) é a razão pela qual não se observa diferenças significativas nos teores de bases entre o material pedogenizado e o bioplasmado, ao contrário do que pode ser observado em outros solos menos intemperizados conforme constatou Silva Neto (2010) e Fiuza et al. (2011).

Ainda com base na Tabela 3, pode-se observar que onde as amostras foram coletadas mais superficialmente (perfis LAw), a presença de Al^{3+} , relacionado aos maiores teores de matéria orgânica, respondem por uma saturação deste elemento (valor m) que atinge 80 % na profundidade de 0-20 cm, porém se anula em profundidade (LVw). Todavia, valores elevados de saturação por alumínio nestes solos requer cautela na sua interpretação, uma vez que os teores negligenciáveis de elementos alcalinos e alcalinos terrosos produzem elevados valores de saturação por alumínio, mesmo quando os teores deste elemento são desprezíveis, conforme mostrou Corrêa (1989) em estudo desenvolvido em áreas similares (chapadões).

Observa-se que os valores de pH em KCl não chegam a igualar a aqueles determinados em H_2O , ou seja, o ΔpH é negativo. Todavia, de acordo com o SiBCS (EMBRAPA, 2006), valores de pH em KCl $\geq 5,0$ é uma das condições que se requer para atribuir o caráter ácido, quando este estiver associado a um valor de S (soma de bases) + Al^{3+} (extraível por KCl 1N) $\leq 1,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de argila. Vale ressaltar que esta última condição não é adequada para discriminar o caráter ácido, uma vez que é sempre verificada na seção definida como 150 cm, nos latossolos em geral.

TABELA 3. Principais características químicas da matriz do solo e das estruturas biogênicas associadas.

Perfil		pH (1:2,5)		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	T	V	m	C	N	C/N
Profundidade (cm)	Material	H ₂ O	KCl	cmol _c dm ⁻³							%		dag kg ⁻¹		
Latossolo Vermelho ácido típico (LVw)															
105-135	Pedogenizado	5,4	5,15	0,1	0,1	0,06	0,26	0,0	2,5	2,76	9	0	0,78	0,07	11,14
105-135	Bioplasmado	5,5	5,19	0,1	0,1	0,04	0,24	0,0	2,4	2,64	9	0	0,75	0,07	10,71
Latossolo Vermelho ácido típico (LVw)															
100-135	Pedogenizado	5,5	5,08	0,1	0,1	0,05	0,25	0,0	2,3	2,55	10	0	0,76	0,07	10,86
100-135	Bioplasmado	5,6	5,13	0,1	0,1	0,04	0,24	0,0	2,5	2,74	9	0	0,74	0,07	10,57
Latossolo Amarelo ácido típico (LAW)															
0-20	Pedogenizado	4,5	3,98	0,2	0,1	0,07	0,37	1,5	8,9	10,77	3	80	2,67	0,21	12,71
0-20	Bioplasmado	4,5	4,04	0,2	0,1	0,05	0,35	1,2	7,5	9,05	4	77	2,49	0,21	11,86
Latossolo Amarelo ácido típico (LAW)															
20-60	Pedogenizado	5,3	4,88	0,2	0,1	0,06	0,36	0,2	3,4	3,96	9	36	1,39	0,11	12,64
20-60	Bioplasmado	5,3	5,00	0,2	0,1	0,05	0,35	0,2	2,8	3,35	10	36	1,04	0,10	10,40

Obs.: Locais correspondentes aos materiais de solos amostrados conforme sequência de apresentação na Tabela: Floresta do Lobo; Alvorada; Mata; Cinquentão.

4.3 Características físicas

Os resultados das análises texturais, apresentados na Tabela 4, mostram a natureza muito argilosa dos solos em questão e, por consequência, das estruturas biogênicas. Estruturas biopedoplasmadas por térmitas e outros organismos da pedofauna, bem como crotovinas e coprólitos, são de ocorrência comum particularmente em solos muito argilosos. Observa-se que praticamente não há diferença quanto ao grau de floculação entre os materiais pedogenizados e bioplasmados.

De acordo com Cairo e Fundora (1994), quanto mais argila tem o solo, maior o número de agregados esse terá por unidade de volume. Esta informação corrobora as observações que precederam o presente estudo, razão pela qual foi realizado em solos muito argilosos. Todavia, associado a esta característica, a ação da pedofauna está estreitamente relacionada às condições de drenagem, pretéritas e/ou atuais.

TABELA 4. Algumas características físicas de estruturas de solos formadas pela ação da pedofauna e sem a interferência direta desta.

Perfil		Composição granulométrica da Terra Fina (g.kg ⁻¹) (Dispersão com NaOH)			Argila dispersa em água (g.kg ⁻¹)	Grau de Floculação (%)
Profundidade (cm)	Material	Areia 2 - 0,05 mm	Silte 0,05 - 0,002 mm	Argila < 0,002 mm		
Latossolo Vermelho ácrico típico (LVw)						
105-135	Pedogenizado	110	30	860	4	99,5
105-135	Bioplasmado	90	25	885	7	99,2
Latossolo Vermelho ácrico típico (LVw)						
100-135	Pedogenizado	135	15	850	3	99,6
100-135	Bioplasmado	97	13	890	5	99,4
Latossolo Amarelo ácrico típico (LAW)						
0-20	Pedogenizado	130	20	850	19	97,7
0-20	Bioplasmado	110	10	880	23	97,4
Latossolo Amarelo ácrico típico (LAW)						
20-60	Pedogenizado	140	30	830	5	99,4
20-60	Bioplasmado	132	23	845	6	99,2

Obs.: Locais correspondente aos solos amostrados conforme sequência de apresentação na Tabela: Floresta do Lobo; Alvorada; Mata; Cinquentão.

5. CONCLUSÃO

Na caracterização morfológica de alguns latossolos, pela abundância e diversidade, é imprescindível uma adequada menção às estruturas biogênicas, o que não é tradicionalmente feito.

LITERATURA CITADA

ALONI, J. Le sol et l'évolution morphologique des termetières géantes du-Haul-Shaba (Rep. Zaïre). **Pédologie**. Gand, v. 25, p. 25-39. 1975.

ALONI, K.; SOYER, J. Cycle des matériaux de construction des termetières d'humivores en savane au Shaba méridional (Zaïre). **Revue de Zoologie Africaine**. Tervuren, v. 101, p. 329-357. 1987.

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

CAILLEUX, A. Os depósitos detríticos, a linha de cascalhos enterrados e os cupins. *Notícia Geomorfológica*. Campinas, v. 6, n. 12, p. 43-49. 1966

CAIRO, P.; FUNDORA, O. 1994. **Edafologia**. Havana. Editorial Pueblo y educación. 476 p.

CORRÊA, G. F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do planalto de Viçosa, MG**. Universidade Federal de Viçosa, 1984. 87p. (Dissertação de Mestrado).

CORRÊA, G. F. **Les microrelief "murundus" et leur environnement pédologique dans l'ouest du Minas Gerais, région du plateau central brésilien**. Vandoeuvre-les-Nancy, Université de Nancy I, 1989. 144 p. + anexos. (Tese de Doutorado).

CORRÊA, G. F.; JACOMINE, P. K. T.; KER, J. C. (Orgs.). Reunião Técnica Itinerante de classificação e correlação de solos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2011, Uberlândia. **Guia de Campo**. Uberlândia: UFU, 2011. p. 99.

CORRÊA, G. R. **A inserção dos campos de murundus na paisagem da chapada do alto rio Jordão e ribeirão das Furnas – região do Alto Paranaíba (MG)**. Uberlândia, UFU, 2005. 32p. (Monografia de Graduação).

CORRÊA, G. R.; CORRÊA, G. F.; LANA, R. M. Q. A inserção dos campos de murundus na paisagem dos chapadões da região do Alto Paranaíba (MG). In: V Simpósio Nacional de Geomorfologia & I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia, 2004. Santa Maria, RS. Geomorfologia e Riscos Ambientais. **Anais...** Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 2004.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. **Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento: normas em uso pelo SNLCS**. Rio de Janeiro, 1988a. 67p. (EMBRAPA-SNLCS. Documentos, 11).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. **Definição e notação de horizontes e camadas do solo**. 2. ed. Ver. Atual. Rio de Janeiro, 1988b. 57p. (EMBRAPA-SNLCS. Documentos, 3).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de classificação de Solo. **Manual de métodos e análises de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 96 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

ESCHENBRENNER, V. Contribution des termites à la micro-agrégation des sols tropicaux. **Cah. ORSTOM, série Pédologie, XXII**, p. 397–408. 1986.

ESCHENBRENNER, V. Les glébules des sols de Côte d'Ivoire. Nature e origine en milieu ferralitique. Modalités de leur concentration. Rôle des Termites. Etat, Université de Bourgogne, 1987. 498p. + Figures, planches e annexes (282p.). (Tese de Doutorado).

FANNING, S. F.; FANNING, M. C. B. **Soil genesis and classification**. John Wiley & Sons, New York, 1989. 395 p.

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

FIUZA, S. S. ; KUSDRA, F. J. ; FURTADO, D. T. Caracterização química e atividade microbiana de coprólitos de *Chibui bari* (Oligochaeta) e do solo adjacente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 35, p. 723-728, 2011.

FOUCAULT, A. ; RAOULT, J.-F. **Dictionnaire de géologie**. Guides géol. Régionaux. 3.ed. Paris, Masson et Cie., 1988. 331p.

FOLSTER, H. Die pedi-sedimente der südsudanesischen pediplane herkunft und bodenbildung. **Pedologie**. Gent, v. 4, p. 64-84. 1964.

GRASSÉ, P.P. & NOIROT Ch. Rapports des termites avec les sols tropicaux. **Rev. Géomorph. Dynamique**, v. 10. p. 35-40, 1959.

KER, J. C.; CARVALHO FILHO, A.; OLIVEIRA, V. C.; SANTOS, H. G. (Orgs.). Reunião Nacional de correlação e classificação de solos - MG. In: VII RCC - Reunião nacional de correlação e classificação de solos – MG. 2005, Viçosa. **Guia de Campo**. Viçosa: UFV, 2005. 153p.

LAL, R.; FOLLETT, R. F.; KIMBLE, J. M. Achieving soil carbon sequestration in the United States: a challenge to the policy makers. **Soil Science**. Baltimore. v.168. p. 827-845. 2003.

LAVELLE, P.; BIGNELL, D.; LEPAGE, M.; WOLTERS, V.; ROGER, P.; INESON, P.; HEAL, O. W.; DHILLION, S. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. **European Journal of Soil Biology**, London. v. 33, p. 159-193, 1997.

LEPRUN, J.C. & ROY-NOËL, J. **Moméralogie des argiles et repartition des nids épigés du genre *macrotermes* au Sénégal Occidental** (presqu'île du Cap-Vert)). 1976.

LOPES-ASSAD, M. L.. **Contribution à l'étude de la macroporosité lombricienne des différents types des sols de France**. Montpellier, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, 1987. 218p. (Tese de Doutorado).

MIKLOS, A. A. W.. **Biodinâmica d'une couverture pédologique dans la région de Botucatu (Brésil-SP)**. 1992. 438 p. 2. Université de Paris, VI, Paris, 1992. (Tese de Doutorado).

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

OYEDELE, D. J. ; SCHJONNING, P. ; AMUSAN, A. A. Physicochemical properties of earthworm casts and uningested parent soil from selected sites in southwestern Nigeria. **Ecological Engineering**. Amsterdam, v. 28, p. 106-113, 2006.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F.. **Pedologia: Base para a distinção dos ambientes**. 3ª edição; Viçosa: NEPUT, 1999. 338 p.

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

SCHEU, S. Effects of earthworms on plant growth: patterns and perspectives. **Pedobiologia**, Jena, v.47, p.846-856, 2003.

SILVA NETO, L. F.; SILVA, I. F.; INDA, A. V.; NASCIMENTO, P. C.; BORTOLON, L. Atributos físicos e químicos de agregados pedogênicos e de coprólitos de minhocas em diferentes classes de solos da Paraíba. **Ciência e agrotecnologia**. Lavras. v. 34, n. 6, p. 1365-1371, nov./dez., 2010.

SOIL SURVEY STAFF. **Keys to soil taxonomy (7th edit.)**. USDA, Washington, D. C., Government Printing Office, 1996. 644p.

THORP J. Effects of certain animals that live in soils. In: DREW, J. V., ed. Selected Papers in Soil Formation and Classification. **Soil Science Society of America**, Madison, Wisconsin, 1967. p.191-208.

TISDALL, J.M.; OADES, J.M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **Journal of Soil Science**. Madison, v.33, p.141-163, 1982.

USDA. Soil Taxonomy. **A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys**. US Government Printing Office, Washington, D.C., 1975. 754p. (Agriculture Handbook nº. 436).

WILLIAMS, M. A. J.. Termites, soils and landscape equilibrium in the northern territory of Australia. In : DAVIES ; J. L. ; WILLIAMS, M. A. J. eds. **Landform evolution in Australasia**. Canberra, Australian Nacional University Press, 1978, p 128-141.