UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

GUSTAVO MATTOS MARTINS

**Efeitos da ação de cupins sobre propriedades de um perfil de
solo em uma vertente da Represa Billings
- São Bernardo do Campo / SP**

SÃO PAULO

2007

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

GUSTAVO MATTOS MARTINS

**Efeitos da ação de cupins sobre propriedades de um perfil de
solo em uma vertente da Represa Billings
- São Bernardo do Campo / SP**

**EXEMPLAR REVISADO
DE ACORDO COM ORIENTADOR**

Dissertação apresentada ao
Departamento de Geografia da
Faculdade de Filosofia Letras e
Ciências Humanas da Universidade de
São Paulo como requisito para
obtenção do Grau de Mestre em
Ciências - área de concentração:
Geografia Física.

Orientador: Prof. Dr. Andras Attila de Wolinsk Mikls

SO PAULO

2007

Sumário

Resumo	-----pág. 3
Abstract	-----pág. 4
1- Introdução	-----pág. 5
2- Revisão Bibliográfica	-----pág. 6
3- Objetivos	-----pág. 11
4- Área de Estudo	-----pág. 12
5- Material e Métodos	-----pág. 15
6- Resultados	-----pág. 22
6.1 – Morfologia do perfil	-----pág.22
6.2 – Granulomeria	-----pág.25
6.3 – Análises Químicas	-----pág.28
6.4 – Descrição das Feições Biológicas	-----pág. 39
7- Discussão	-----pág. 78
8- Conclusões	-----pág. 85
9-Referências Bibliográficas	-----pág. 86

Resumo

Considerando a importância de cupins como agentes da formação e funcionamento do solo, foram estudados a morfologia, granulometria e alguns parâmetros químicos do solo de um ninho de cupins do gênero *Conitermes* e de suas adjacências, para identificar e discutir as ações destes animais sobre as suas características e propriedades, principalmente ações sobre a morfologia e a química do perfil.

O estudo foi feito por meio de perfis de solo que passaram pelo monte externo de um cupinzeiro e adjacências. Nos perfis foram identificados e descritos os horizontes e suas transições, as propriedades do solo e as organizações (feições de origem biológica) ali existentes, como: canais, câmaras e microagregados

A descrição morfológica contemplou os aspectos de cor, textura, macroestrutura e consistência do solo. A descrição química incluiu as determinações do pH, matéria orgânica, alumínio e cátions trocáveis (cálcio, magnésio, potássio e sódio). E a análise granulométrica contemplou as frações argila, silte e areia.

Os resultados obtidos mostraram diferenças químicas apreciáveis entre o solo do monte do ninho e solo do entorno, principalmente para os seguintes atributos: conteúdo de matéria orgânica, concentração de alumínio e concentração de cátions trocáveis, principalmente o magnésio e o potássio. Foram encontradas uma série de feições, principalmente câmaras e canais verticais preenchidos, que demonstraram o trabalho realizado pelos cupins no perfil decorrentes dos hábitos construtores. Tais feições comprovaram que os cupins têm importante papel na pedoplasmação da alterita da rocha e na formação de domínios microagregados.

Palavras chave: cupins, solos, morfologia, química, gênese.

Abstract

Considering the importance of termites as agents of the formation and functioning of the soil, were studied the morphology, particle size and some soil chemical parameters of a soil nest of termites of the genus *Conitermes* and its around, to identify and discuss the actions of these animals on their properties, mainly actions on the chemistry and morphology of the profile.

The study was done through profiles of soil that passed through the hill of termites nest and around. In profiles were identified and described horizons and their transitions, the properties of the soil and organizations (features of biological origin) there, like: channels, chambers, and microgranular structure. The morphological description included the aspects of color, texture, structure and consistency of the soil. The chemical description included determinations of pH, organic matter, aluminum and cations (calcium, magnesium, potassium and sodium) and the particle size analysis included the clay, silte and sand. The results showed chemicals appreciable differences between the soil of the hill nest and the surrounding soil, mainly for the following attributes: content of organic matter, aluminum concentration and concentration of cations, mainly the magnesium and potassium. Was found a series of biological features, mainly filled chambers and vertical channels, which showed the work done by termites in the profile derived from the habits builders. Such features shown that termites have important role in pedoplasation of saprolite zone and important role in the formation of microgranular structure.

1 – INTRODUÇÃO

O ecossistema é a unidade em que os organismos funcionam em conjunto numa dada área (ODUM, 1988), de tal forma que se constitui uma rede tão complexa de relações, em que é difícil reconhecer claramente todos os agentes, causas e efeitos de uma função no sistema, principalmente se olharmos a natureza de forma técnica e pontual e dirigirmos as ações sobre o meio a partir deste olhar.

A agricultura convencional, por exemplo, é um ícone desse olhar e agir reducionista frente à natureza, pois negligencia a complexidade do solo ao debilitar um de seus principais agentes de organização e funcionamento: a diversidade biológica; já que emprega de maneira biocida altas doses de agrotóxicos e fertilizantes solúveis, dentre outras práticas nocivas à vida, desconsiderando que “o solo não é apenas um fator do ambiente dos organismos, mas é também produzido por eles” (ODUM, 1988) e que diversos são os agentes vivos que nele historicamente atuam.

Microorganismos, como fungos e bactérias, por exemplo, são agentes fundamentais na mineralização de compostos orgânicos do solo; os vegetais fundamentais para o intemperismo da rocha matriz por meio da ação física e química de suas raízes; e os animais, como minhocas, colêmbolas, formigas, cupins etc., fundamentais por ações dentre as quais se destacam: deposição na superfície de material minado do solo, formação de canais decorrentes da atividade de mineração, formação de montículos, formação de agregados, regulação do movimento de ar e água, regulação da erosão, regulação da liteira e regulação da ciclagem de nutrientes (HOLE, 1980).

Dentre os animais do solo, minhocas e cupins são considerados entre os mais importantes, porém é fascinante o papel dos cupins quanto animais sociais altamente organizados, que aos milhares ou milhões, em conjunto, modificam o meio segundo uma “sabedoria de grupo”. Eles são certamente agentes que realizam todas as atividades

da fauna de solo, relacionadas no parágrafo anterior, de maneira diferenciada pela sociabilidade.

Os cupins são reconhecidamente importantes agentes da formação e funcionamento dos solos, principalmente em regiões tropicais onde esses seres vivos são uma constante na paisagem. E, portanto, seria muito interessante ampliar os estudos sobre a ação desses organismos nos solos brasileiros, para a elaboração de mais conhecimento, com perspectivas de auxiliar a agricultura e a restauração de ambientes degradados, dentre outras possibilidades.

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os cupins são insetos pertencentes à ordem Isoptera, cujo fóssil mais antigo data do Cretáceo, há 120 milhões de anos. Eles estão entre os mais numerosos animais da fauna do solo das regiões tropicais e subtropicais e são encontrados em aproximadamente dois terços da superfície do planeta, em climas que variam do úmido ao árido. Aproximadamente 2000 espécies são conhecidas (MILL, 1991 *apud* MARTIUS, 1994) e, com exceção de algumas espécies de cupins de hábito arbóreo, os indivíduos passam por toda a sua vida cavando, construindo, forrageando e se alimentando sobre ou dentro do solo (HOLT & LEPAGE, 2000). Esta íntima associação com o solo em conjunto com altas densidades populacionais imprimem aos cupins uma significativa influência nos seus processos e propriedades (HOLT & LEPAGE, 2000).

Os cupins têm uma grande capacidade de cavar e construir. Por exemplo, há registros de canais verticais de 45 a 55m de profundidade (LEPAGE *apud* CLOUD, 1980). Na Austrália há montes de *Macrothermitinae* que podem alcançar 9m ou mais de altura com 20 a 30 cm de diâmetro na base (LEE & WOOD 1971a). Na África são encontrados montes deste mesmo gênero (*Macrothermitinae*) com 5m de altura por 20m

de largura, a uma densidade que pode chegar a sete por hectare (HESSE, 1954). No Brasil, alguns cientistas atribuem aos cupins a formação dos morrotes de solo (murundus, monchão, cocuruto) com até 2m de altura por 20m de diâmetro, freqüentes nos domínios de cerrado (OIVEIRA FILHO & FURLEY, 1990). Além disso, várias espécies de cupins constroem com solo e matéria orgânica extensas redes de canais superficiais, que, por serem facilmente erodidos, ao contrário dos montes, contribuem muito na translocação de materiais do solo. (HOLT & LEPAGE, 2000).

Os cupins, como animais construtores, não apenas ocupam um nicho, mas de certa forma o moldam segundo suas tolerâncias e preferências. Neste sentido, há diversas evidências de que os cupins exercem algum tipo de controle sobre a temperatura e umidade no interior do ninho, resultado do efeito cumulativo de várias adaptações no comportamento e no método de construção (LEE & WOOD, 1971).

O controle da umidade no ninho, por exemplo, é um requerimento essencial à sobrevivência da maioria dos cupins e são quatro os mecanismos usados por eles, segundo Lee & Wood, 1971: transporte ativo de água; uso de materiais absorventes na construção; água metabólica e proteção contra o excesso de água, principalmente para as espécies que habitam em áreas com chuvas muito fortes.

O transporte ativo de água é feito principalmente por espécies que habitam regiões mais secas ou sazonalmente secas. Ele é feito por meio de galerias verticais descendentes que vão até os solos mais úmidos próximos ao lençol freático (LEE & WOOD, 1971). A água é carregada pelos cupins no papo e depois regurgitada.

Ao construir esses canais e montes, como os mencionados anteriormente, os cupins utilizam suas mandíbulas para retirar o material do subsolo e suas mandíbulas, cavidade bucal ou cavidade intestinal para transportar este material e construir seus montes, promovendo a pedoplasmação do horizonte C e a formação do horizonte A,

deixando nessas camadas e entre elas sinais deste trabalho, como pedotúbulos, individualização de glebas de ferro e concentração de cascalho, citados por Eschnhenner, e galerias e canais com micro estruturas nas paredes, como lâminas orgânicas, nódulos orgânicos, pelets e fábricas lamelares, citados por Sleeman e Brewer (1972).

Lee & Wood (1971b), a respeito dessa formação de horizonte A, em um determinado local de estudo na Austrália, verificaram que diferentes espécies de cupins podem acrescentar aproximadamente 4700 kg/ha./ano de solo na superfície por meio da erosão dos montes. Segundo estes autores esta quantidade de solo corresponde a aproximadamente 3,75m³/ano ou a formação de uma camada de 0,4mm de espessura, permitindo aos autores considerar o remonte feito pelos cupins e a erosão do montes um fator significativo na formação do solo do local, tendo como resultado uma inversão no perfil.

Wielemaker (1984) apresenta dados e conclusões sobre a formação de perfis de solo pela ação de cupins em áreas bem drenadas e pouco drenadas do Kenia. Segundo este autor, os cupins removem material fino dos horizontes mais profundos e da alterita da rocha, causando a concentração de cascalho que eles não são capazes de transportar e enriquecendo o solo com silte e argila, que é transportada para o horizonte B nos solos planos pouco drenados.

Eschenbrenner coloca que os cupins, além de escavar galerias e câmaras na zona saprolítica para obtenção de umidade, realizam o preenchimento destas estruturas em desuso, dando origem a específicas feições pedológicas. Desta forma, a pedoplasmação ocorreria com a escavação e com o preenchimento das câmaras e canais com um solo retrabalhado pelos cupins, que pode ser oriundo da própria zona saprolítica ou de horizontes mais superficiais. Segundo este autor, como o material biopedoplasmado é

inserido nas câmaras e canais na forma de agregados mais ou menos coalescentes o processo de pedoplasmação “caminha” para uma micro-agregação.

A origem de estrutura microagregada encontrada em solos tropicais, como os latossolos, tem uma explicação mais usual baseada em fenômenos de natureza físico-química, ou seja, baseada em ligações estáveis de certas formas de ferro e de alumínio com a caulinita, decorrentes de estágios finais de intensos processos de intemperização (MIKLÓS, 1996). Porém, desde 1951, a partir de trabalho de Erhart, diversos pesquisadores vêm sugerindo que os cupins desempenham um importante papel na formação dos solos lateríticos e latossolos. No Brasil, por exemplo, Miklós (1992) e Schaefer (2001) desenvolveram estudos que relacionam a origem da microestrutura dos latossolos à construção e erosão de montes elaborados por cupins. Miklós (1992) aponta uma série de evidências que justificam a origem biológica da estrutura microagregada dos latossolos estudados pelo autor na Cuesta de Botucatu. E Schaefer (2000) conclui, dentre outras, que há uma sincronia entre a formação dos latossolos e surgimento dos cupins e que o microagregado seria um produto biológico de longa data.

Jungerius (1997), ao estudar solos no Kenya, aponta quatro estágios sequenciais para explicar contribuição dos cupins na formação de estrutura microgranular. No primeiro estágio os cupins empilham uma série de agregados para depois levá-los a superfície na forma de agregados compostos. No segundo estágio os agregados escavados são cimentados na parede do ninho. No próximo estágio o monte é abandonado e desintegrado. Esta perda de material (desintegração) pode ocorrer por vários processos, como impactos de chuvas e ação de formigas. No estágio final os microagregados são integrados ao solo.

As mudanças químicas no ninho também são uma importante parte na modificação do perfil (LOBRY DE BRUYN & CONACHER, 1990). Elas são causadas

por alterações físicas via incorporação de subsolo rico em argila nas construções e por incorporação ou depósito de material fecal rico em matéria orgânica ou saliva (HOLT & LEPAGE, 2000).

A maioria dos pesquisadores não tem encontrado apreciáveis diferenças entre o pH do ninho (monte) e dos solos não afetados pelos cupins usados como controle (LOBRY DE BRUYN & CONACHER, 1990). Em geral, trabalhos realizados com montes de *Macrotermes* spp indicam um aumento no pH nos solos dos montes. Mas, por exemplo, Lee & Wood (1971), que estudaram solos de cupinzeiros de 17 espécies encontradas na Austrália, concluíram que no geral o pH do solo dos montes é menor que o pH do solo do entorno, mas que a diferença é pequena. Estes autores apontam que diferenças encontradas entre pH dos montes e o pH solo do entorno provavelmente estão relacionadas às diferenças no conteúdo de Cálcio.

O conteúdo de matéria orgânica dos montes dos cupins é bastante variável, mas no geral é maior do que os conteúdos dos solos de controle, mesmo que esta diferença seja pequena (LOBRY DE BRUYN & CONACHER, 1990). Lee & Wood (1971) apontam que o conteúdo de carbono orgânico raramente foi menor nos montes do que no solo dos horizontes, sendo usualmente maior, e em alguns casos muito parecido.

Os trabalhos de revisão sobre o efeito dos cupins na química do solo raramente abordam o alumínio trocável. No único trabalho encontrado Garnier-Sillam & Harry (1995) apontam um apreciável enriquecimento em alumínio nos cupinzeiros quando comparados ao solo controle do Horizonte A1.

Segundo Lobry de Bruyn & Conacher, (1990) os nutrientes usualmente estudados em relação aos cupins são o cálcio, magnésio, potássio e o fósforo. E segundo estes autores, após revisão da bibliografia, em todas as pesquisas consultadas o solo dos

ninhos apresentou maiores concentrações de cátions do que os solos do entorno usados como controle.

Garnier-Sillam & Harry (1995) encontraram enriquecimento de cátions em ninhos de 3 das 4 espécies estudadas, mas apontam que os maiores enriquecimentos ocorreram com o cálcio, se comparado ao magnésio, potássio e ao fósforo. Lee & Wood (1971) encontraram também concentrações de cálcio expressivamente maiores nos ninhos do que nos solos controles e pouca diferença com relação potássio e o fósforo, principalmente o fósforo. Hesse (1954) concluiu, após estudos de montes de cupinzeiro no leste Africano, que as bases trocáveis de todos os montes estudados tenderam a apresentar maior conteúdo de cátions e maior Capacidade de Troca de Cátions.

Para Salick et. al. (1983), os cupins são agentes importantes na formação de manchas de nutrientes em solos de florestas tropicais, que em geral apresentam deficiência de nutrientes. Os autores consideram no estudo que os ninhos de cupins ciclaram uma maior proporção de nutrientes em relação a outros locais, que poderiam ser escolhidos aleatoriamente na floresta, e relatam que as manchas formadas por concentração de nutrientes em solos de floresta também podem ser atribuídas às formigas, segundo pesquisa de Haines (1975) feita na Costa Rica.

3 – OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi identificar e descrever efeitos da ação de cupins do gênero *Conitermes* sobre propriedades morfológicas, químicas e granulométricas de um perfil de solo localizado em uma vertente da Represa Billings no município de São Bernardo do Campo – SP.

4 - ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi realizado na chácara Santa Olívia, localizada às margens da represa Billings no km 26 da estrada do Alvarenga, município de São Bernardo do Campo, região metropolitana de São Paulo. (Fig. 4; pág.14) As coordenadas geográficas são: 23° 45' 35" S e 46° 37' 27" W.

A região faz parte do Planalto Cristalino Atlântico, na zona do Planalto Paulistano, e apresenta altitude média de 700 a 800m. O embasamento é constituído por quartzo-xisto do Complexo Pilar, Grupo Açungui, pré-cambriano superior. O conjunto litológico de maior expressão do Complexo Pilar é formado por Xistos, incluindo quartzo mica-xisto, biotita-quartzo xistos, granada biotita xistos, xistos grafitosos, cloritas xistos e outros. (IPT, 1981).

O relevo regional é ondulado, apresentando altas declividades, em geral superiores a 15% (LOBATO, 2004). As vertentes, em geral, apresentam perfil convexo, ocorrendo aumento dos ângulos em direção à jusante (LOBATO, 2004) O padrão de drenagem é de alta densidade e os vales são fechados (LOBATO, 2004).

Segundo o Mapa de solos do Estado de São Paulo (EMBRAPA, 1999), o solo da região da Chácara Santa Olívia é Cambissolo Háplico. Porém, esta classificação foi feita com pouco detalhe (1: 250.0000) e é incompatível com o observado em campo, já que o horizonte B apresenta-se bem desenvolvido.

O clima no local é subtropical úmido, com temperatura média anual de 18°C, sendo a temperatura média do mês mais quente (janeiro) aproximadamente 22°C e a temperatura média do mês mais frio (julho) aproximadamente 15°C (Setzer, 1996).

O total anual de chuvas no local é 1500 a 1300 mm, sendo que no mês mais chuvoso (janeiro) o total de chuva é de 350 mm e no mês mais seco (julho) o total é de aproximadamente 30 mm (SETZER, 1996).

A vegetação na chácara Santa Olívia é composta predominantemente por gramíneas de pastagem e por eucaliptos, que formam uma faixa de vegetação arbórea na margem da Billings e no entorno da propriedade. (Fig. 4; pág.14) A vegetação original da região é classificada, segundo Eiten (1983), como floresta tropical perenifólia de terra firme e pertencente à Floresta Atlântica.

A Represa Billings é o maior reservatório de água da Região metropolitana de São Paulo, com aproximadamente 100Km^2 , sendo que sua bacia hidrográfica estende-se por seis municípios: Ribeirão Pires, Diadema, Rio Grande da Serra, São Bernardo do Campo, Santo André e São Paulo. Devido ao crescimento irregular da região metropolitana, principalmente nas periferias, hoje vivem aproximadamente 700 mil pessoas no entorno da Billings, gerando problemas ambientais devido ao lançamento de esgotos domésticos e o desmatamento de áreas verdes. (Fig. 4; pág.14)

Figura 4.1: Estado de São Paulo

Figura 4.2: Represa Billings e Zona Sul da Região Metropolitana

Figura 4.3: Chácara Santa Olívia e arredores

Figura 4.4: Chácara Santa Olívia

Figura 4.5: Chácara Santa Olívia: vertente onde estava localizado o cupinzeiro

Figura 4.6 : Cupinzeiro estudado e trincheira em fase inicial de abertura . Visão Lateral

Autor foto: Gustavo Mattos Martins

Figura 4: imagens da área de estudo

5 – MATERIAL E MÉTODOS

Foi escolhido um ninho do gênero *Conithermes* sp localizado na média vertente (778m de altitude) de uma topossequência perpendicular ao principal divisor de águas da área, onde a montante está o divisor e a jusante a represa Billings.(Fig.4; pág.14) O monte externo do ninho escolhido tinha forma similar à de um cone. Sua altura era de 60 cm e seu diâmetro na base era de 115 cm, aproximadamente. (Fig.4; pág.14)

Para o estudo do solo deste cupinzeiro epígeno e adjacências, foi feita uma trincheira de 2,8m de comprimento por 3m de profundidade, ao lado do monte externo do cupinzeiro, e exposto um perfil de solo distante 1m do centro (ápice) do monte do ninho. (Figs. 5.1 e 5.2; págs.19 e 20)

Neste perfil foram identificados e descritos os horizontes segundo o Manual de Descrição e Coleta de Solo de Lemos & Santos (1984), e determinado: a espessura e arranjo dos horizontes, a transição entre os horizontes e suas principais características morfológicas; cor, estrutura, textura e consistência. (Figs. 5.1 e 5.2; págs.19 e 20)

Após a descrição deste primeiro perfil, pequenas camadas de solo foram sendo retiradas em direção ao centro do monte externo do cupinzeiro, para a busca e identificação das feições (organizações) de origem biológica como: canais, câmaras, domínios microagregados, pedotúbulos, pellets fecais e concentração de glebas. (Exemplo - Fig. 5.3; pág.21) No campo, tais feições biológicas foram fotografadas e determinadas suas localizações no perfil, incluindo profundidade em relação à superfície do solo e as distâncias em relação ao centro (ápice) do monte externo do ninho (Exemplo - Fig. 5.3; pág.21). Tais feições também foram descritas quanto à cor, forma e tamanho, e algumas foram coletadas em amostras indeformadas para uma posterior confecção de lâminas delgadas.

Esta retirada de camadas do solo em direção ao ninho, para descrição de feições, foi feita até se expor um perfil de solo que passava pelo centro do monte externo do ninho. Neste perfil foram novamente descritos os horizontes segundo Lemos & Santos (1984), e coletadas as amostras para a caracterização granulométrica e química que incluiu as seguintes determinações: pH, alumínio, matéria orgânica e os cátions trocáveis cálcio, magnésio, potássio e sódio. (Fig. 5.4; pág.21)

As coletas de solo para as análises químicas e granulométricas foram feitas em três pontos do perfil: um abaixo do monte (P2), incluindo o solo do próprio monte, um disposto a esquerda (P1) e outro disposto a direita (P3); de dez em dez cm até 1m de profundidade, de vinte em vinte cm até 2m, e de quarenta em quarenta cm até 3m. (Fig. 5.4; pág.21)

As análises estão descritas a seguir quanto ao princípio do método e o procedimento analítico adotado. As análises químicas e granulométricas foram baseadas nos métodos de análise do Instituto Agrônomo de Campinas (Camargo et. al, 1996). E as análises morfológicas baseadas no “Manual de descrição e coleta de solo no campo” de Lemos & Santos (1984). Todas as análises de laboratório foram realizadas no Departamento de Ciência de Solos da Esalq sob orientação de técnico responsável.

5.1 ANÁLISES MORFOLÓGICAS

Cor: a cor da amostra de solo foi comparada com as cores existentes na Carta de Munsell. E as designações das cores em inglês foram traduzidas para o português segundo a padronização feita pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

Estrutura: foi feita observação da dimensão e espessura dos torrões e das fendas entre eles existentes para a classificação da macroestrutura.

Textura: No campo, a textura foi avaliada por tato, pela sensação de atrito ao esfregar um pouco de solo úmido entre os dedos.

Consistência: A consistência do solo seco foi avaliada pela dureza ou tenacidade de um torrão seco ao ser comprimido entre o polegar e indicador. A consistência do solo úmido foi feita pela tentativa de esboroar na mão um torrão ligeiramente úmido. A consistência do solo molhado foi caracterizada pela plasticidade (não plástico, ligeiramente plástico, plástico e muito plástico) e pela pegajosidade (não pegajoso, ligeiramente pegajoso, pegajoso e muito pegajoso). A pegajosidade foi determinada pela compressão de uma amostra molhada de solo entre o indicador e o polegar e observação da aderência. E a plasticidade foi determinada ao rolar a amostra de solo, previamente amassada, entre o polegar e o indicador e observação da possibilidade de fazer um fio fino (3 a 4 milímetros de diâmetro).

5.2 ANÁLISES QUÍMICAS

pH em CaCl_2 : foi medida a atividade de hidrogênio (H^+) com eletrodo combinado de vidro e referência, na suspensão de terra em CaCl_2 . Foram transferidos 10cm^3 de solo para frasco de plástico e adicionados 25ml de solução de CaCl_2 . Após 15 minutos de contato do solo com a solução, foi feita a agitação das amostras por dez minutos. Decorridos 30 minutos após a agitação, foi efetuada a leitura.

Alumínio: foram transferidos 10cm^3 de solo para elernmeyer de 125ml e adicionados 100ml da solução extratora de KCl. As amostras foram então agitadas por 5 minutos e em seguida ficaram em decantação por uma noite. Após decantação, foram pipetados 25ml do sobrenadante, ao qual foram adicionados 3 gotas de fenolftaleína a 1%. Em seguida foi feita a titulação com solução padronizada de NaOH 0,025mol/l até a viragem para cor rosa.

Matéria Orgânica: através de curva padrão, que relaciona as quantidades de matéria orgânica e a absorbância do extrato preparado com dicromato de sódio, obtiveram-se os valores de concentração de matéria orgânica. Para tanto, foi transferido 1cm³ de solo para frasco cilíndrico de 100ml e adicionados 10ml do dicromato de sódio em ácido sulfúrico. A amostra foi então agitada por 10minutos, deixada em repouso por 60minutos, para em seguida serem acrescidos 50ml de água, que foi misturada e depois colocada para decantar por uma noite. Após decantação, foi transferido o sobrenadante para tubo de colorímetro, com filtro de transmissão máxima de 650nm, e efetuada a leitura.

Cátions trocáveis (cálcio magnésio, potássio e sódio): a extração dos teores de P, K, Ca e Mg foi realizada por meio de resina trocadora de íons e quantificação do P por colorimetria, do K por fotometria de chama e do Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica. Para a determinação do fósforo, foram diluídos 4ml do extrato da resina com 16ml de solução diluída de molibdato e realizada a leitura em colorímetro a 600 nm. Para a determinação dos teores de Ca, Mg e K, foi transferido 1ml do extrato da resina para tubo de ensaio e adicionados 10 ml de solução de óxido de lantânio a 0,1% e a seguir realizadas as leituras.

5.3 ANALISE GRANULOMÉTRICA

Análise Granulométrica: foi utilizado o método do densímetro, que se baseia na sedimentação das partículas da amostra tratada com dispersante químico. Foi transferida a suspensão do solo, após agitação, para proveta calibrada, passando por peneira com malha de 0,053mm e completado o volume a 500ml com água destilada. O peso do material retido na peneira é o da areia total. A suspensão da proveta foi agitada por 30

Figura 5.1: dimensões do monte externo do cupinzeiro e dimensões do volume de solo estudado, em visão frontal (visão no sentido montante – jusante da vertente)

Figura 5.2: dimensões do monte externo do cupinzeiro e dimensões do volume de solo estudado, em visão lateral (visão no sentido perpendicular ao sentido montante – jusante da vertente)

Figura 5.3: exemplo de feição biológica e de como é representada sua localização no perfil

Figura 5.4: pontos de coleta e profundidades de amostragem para as análises químicas e granulométricas. Esquema em visão frontal do perfil

6 - RESULTADOS

6.1 – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DO PERFIL

Horizonte 1.

0 – 20cm, bruno escuro (7,5 YR 3/4, úmido); argilosa; forte média grumosa; ligeiramente duro, firme, ligeiramente plástica e não pegajoso; porosidade não determinada; raízes e coprólitos de minhocas abundantes; transição plana e clara.(Fig.6.1; pág.24)

Horizonte 2.

20 - 44cm, bruno forte (7,5 YR 5/6, úmido); argilosa; forte média em blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástica e não pegajoso; porosidade não determinada; raízes e coprólitos de minhocas presentes, mas pouco abundantes; transição plana e clara. (Fig.6.1; pág.24)

Horizonte 3.

44 - 64cm , bruno amarelado (10YR 5/8, úmido); argilosa com cascalho; fraca média em blocos subangulares e forte muito pequena em grânulos; ligeiramente duro, friável, plástica e ligeiramente pegajoso; porosidade não determinada; coprólitos de minhocas presentes, mas pouco abundantes; transição plana e clara. (Fig.6.1; pág.24)

Horizonte 4.

64 - 90cm, vermelho amarelado (5 YR 5/8, úmido); argilosa com cascalho; fraca média em blocos subangulares e forte muito pequena em grânulos; ligeiramente duro, friável, plástica e ligeiramente pegajoso; porosidade não determinada; coprólitos de minhocas presentes, mas pouco abundantes; transição plana e clara. (Fig.6.1; pág.24)

Horizonte 5.

90 -153cm, vermelho (2 YR 4/8, úmido); argilosa; forte média em blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástica e não pegajoso; porosidade não

determinada; coprólitos de minhocas ausentes e raízes pouco abundantes; transição ondulada e gradual. (Fig.6.1; pág.24)

Horizonte 6.

153 - 195cm, vermelho acinzentado (10R 5/4, úmido); siltosa; moderada média em blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástica e não pegajoso; porosidade não determinada; coprólitos de minhocas ausentes e raízes pouco abundantes; transição gradual e ondulada. (Fig.6.1; pág.24)

Horizonte 7.

195 - 290 cm (+), vermelho acinzentado (10R 4/4, úmido); siltosa; moderada média em blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástica e não pegajosa; porosidade não determinada; coprólitos de minhocas ausentes e raízes pouco abundantes. (Fig.6.1; pág.24)

A stone-line está presente entre os horizontes 4 e 5. É formada por cascalhos e calhaus de quartzito ferruginizado e de micaxisto, e marca grandes mudanças nos atributos morfológicos do perfil. (Fig.6.1; pág.24)

Acima da stone-line, os horizontes têm tons mais amarelados, são mais argilosos e nos horizontes 3 e 4 há estrutura granular muito pequena. Abaixo dela os horizontes são mais avermelhados, com incremento de silte, e a estrutura granular está contida em bolsões, como câmaras e canais preenchidos, que serão descritos posteriormente. (Fig.6.1; pág.24)

No horizonte 7 há domínios de alterita, que proporcionam um padrão mosqueado ao perfil, sendo que na faixa mais inferior (mais profunda) deste horizonte, a alterita pode predominar em relação ao solo, indicando a proximidade do horizonte C propriamente dito. (Fig.6.1; pág.24)

Legendas

Unidade estrutural	Transição	Textura
grumos	----- Clara e plana.	A - argilosa
Blocos subangulares	--- Gradual e ondulada	AC - argilosa cascalhenta
Blocos subangulares e grânulos		S - siltosa

Figura 6.1: Morfologia do perfil.

6.2 GRANULOMETRIA (Prancha 6.2, página27)

Verifica-se uma maior modificação textural no perfil em torno de 90 a 100 cm de profundidade, onde se encontra a stone-line, que marca a separação entre os horizontes de solo bruno - amarelados (acima) e os horizontes de solo vermelho e vermelho-acinzentados (abaixo). Tal modificação textural corresponde a uma tendência clara à diminuição na porcentagem da fração argila e a tendência ao aumento na porcentagem das frações areia e silte, pois: após os 100cm de profundidade, a cada 10cm, a argila diminui em média 1,85%; o silte aumenta em média 0,66% e a areia 1,2%; de forma que, em torno de 125 a 150 cm de profundidade a areia torna-se mais representativa que a argila; e em torno de 200 a 220 cm de profundidade o silte torna-se tão ou mais representativo que a argila. Assim, o perfil tem solos mais argilosos até o horizonte B e solos mais areno-siltosos a partir da transição entre os horizontes 5 e 6. (Prancha 6.2; pág.27)

A fração argila é a que apresenta a maior diferença, quando comparadas as profundidades de um mesmo ponto de amostragem. Em P1, a 80 cm de profundidade a fração argila atinge o máximo de 56% enquanto que a 280 cm chega ao mínimo de 22%; diferença de 34%. Em P2, a 100 cm de profundidade a fração argila chega ao máximo de 54% enquanto que a 280 cm corresponde a apenas 20%; diferença também de 34%. E em P3, a 40, 70 e 80 cm de profundidade encontramos o máximo de 54%, enquanto que a 280 cm o mínimo de 18%; diferença de 36%. Já para o silte esta diferença máxima é de: 22% em P1 ($\neq$ entre 10 e 280cm prof.), 22% em P2 ($\neq$ entre 40 e 200cm prof.) e 26% em P3 ($\neq$ entre 20 e 240cm prof.). E para a areia as diferenças máximas são: 19% em P1 ($\neq$ entre 90 e 240cm prof.), 28% em P2 ($\neq$ entre 100 e 280cm prof.) e 25% em P3 ($\neq$ entre 100 e 280cm prof.). Assim, os horizontes intermediários

tendem a ser os mais argilosos, menos arenosos e com proporção intermediária do silte, que é relativamente mais abundante nos horizontes profundos e menos abundante nos superficiais. (Prancha 6.2; pág.27)

A fração areia é composta predominantemente por areia fina nos três pontos de amostragem, com exceção do ponto um (P1) a 60 cm de profundidade em que a areia média (AM) foi a mais representativa. Em P1 a areia fina variou de 35% (60cm prof.) a 64% (120 cm prof.), e o valor médio foi de 53%. Em P2 a areia fina variou de 48% a 60% (120 cm prof.), e o valor médio foi de 55%. E em P3 a areia fina variou de 42% (240cm prof.) a 62% (140 cm prof.), e o valor médio foi de 54%. As maiores porcentagens de areia fina foram encontradas no horizonte B, enquanto que as menores taxas foram encontradas em distintos horizontes. (Prancha 6.2; pág.27)

Quando comparados os três pontos de amostragem (P1, P2 e P3) até 30cm de profundidade, em que foram analisados em P2 a parede do cupinzeiro, não se verifica uma diferença significativa entre os pontos, o que indica que os cupins não alteraram a relação textural, aparentemente. E, por meio da análise textural, verifica-se, que os cupins utilizaram na construção do monte externo o material dos horizontes mais superficiais que são os mais argilosos. (Prancha 6.2; pág.27)

P1 - Granulometria
166cm a esquerda do centro do monte

Horizonte	Profundidade cm	% argila	% silte	% areia total
H1	10	52	6	42
H1/H2	20	52	6	42
H2	30	52	8	40
H2	40	50	6	44
H3	50	52	6	42
H3	60	52	8	40
H4	70	54	8	38
H4	80	56	8	36
H4/H5	90	54	12	34
H5	100	54	10	36
H5	120	46	18	36
H5/H6	140	40	22	38
H6	160	38	22	40
H6	180	30	24	46
H7/H6	200	26	26	48
H7	240	24	24	52
H7	280	22	28	50
% máxima		56	28	52
% mínima		22	6	34
Δ		34	22	18
média		44	14	41

P2 - Granulometria
35cm a esquerda do centro do monte

Horizonte	Profundidade cm	% argila	% silte	% areia total
H1	10	52	8	40
H1/H2	20	52	8	40
H2	30	52	8	40
H2	40	50	4	46
H3	50	44	6	50
H3	60	52	6	42
H4	70	52	8	40
H4	80	51	12	37
H4/H5	90	49	14	37
H5	100	55	14	31
H5	120	42	18	39
H5/H6	140	38	18	43
H6	160	34	18	47
H6	180	28	22	50
H7/H6	200	24	26	50
H7	240	22	26	52
H7	280	20	22	58
% máxima		54	32	56
% mínima		18	6	32
Δ		36	26	24
média		42	14	44

P3 - Granulometria
85cm a direita do centro do monte

Horizonte	Profundidade cm	% argila	% silte	% areia total
H1	10	50	8	42
H1/H2	20	50	6	44
H2	30	50	6	44
H2	40	54	8	38
H3	50	52	8	40
H3	60	50	6	44
H4	70	54	8	38
H4	80	54	10	36
H4/H5	90	48	8	44
H5	100	52	16	32
H5	120	46	20	34
H5/H6	140	40	24	36
H6	160	34	22	44
H6	180	30	26	44
H7/H6	200	28	24	48
H7	240	28	32	40
H7	280	18	26	56
% máxima		54	32	56
% mínima		18	6	32
Δ		36	26	24
média		44	15	41

Prancha 6.2: Gráficos e Tabelas referentes à análise granulométrica do perfil.

6.3 – ANÁLISES QUÍMICAS (*pranchas 6.3.1 a 6.3.7; pág.32 a pág.38*)

Ao se analisar cada ponto de amostragem (P1, P2 e P3) de todas as análises realizadas, verifica-se que as maiores variações químicas no perfil ocorrem entre os horizontes 1 e 3, com tendência a uma relativa estabilização a partir do horizonte EB, com alguma exceção. Outro aspecto importante a se constatar é o de que nos primeiros três horizontes também encontramos diferenças significativas entre os três pontos de amostragem (P1, P2 e P3), e considerável semelhança entre eles nos demais horizontes. E, ao contrário da granulometria, identificam-se diferenças consideráveis entre os dados da parede do monte do cupinzeiro, amostrada nos três primeiros pontos de P2, e as demais profundidades de P1, P3 e do próprio P2.

Quanto ao pH (Prancha 6.3.1; pág.32), verifica-se que em P2 há um aumento nos valores nas três primeiras profundidades de amostragem, ocorrendo a 30 cm o maior pH (4,4) de todo o perfil, seguido de uma diminuição até os 60 cm e de relativa estabilização abaixo do horizonte EB, com valores de pH em torno de 3,9 a 4. Já em P1 e P3 há uma diminuição nas três primeiras profundidades, ocorrendo a 30 cm de P1 o menor pH (3,69) de todo o perfil, seguida de um aumento até os 70 cm e de relativa estabilização abaixo de 4, com valores de pH em torno de 3,8 a 3,9 em P1 e de 3,9 a 4 em P3. Não houve, portanto, uma diferença significativa entre o pH da parede do monte e do solo adjacente, nos horizontes superficiais. Mas, pode-se considerar que no cupinzeiro houve um pequeno aumento no pH. (Prancha 6.3.1; pág.32)

A matéria orgânica (Prancha 6.3.2; pág.33), como o esperado, tem maior concentração nos dois primeiros horizontes do perfil, ocorrendo uma forte diminuição em seus valores em poucos cm de profundidade. Em P1 a concentração de M.O. caiu de 3,44 mg/dm³ a 10 cm de profundidade para 1,86 mg/dm³ a 20 cm de profundidade, o

que corresponde a uma taxa média de diminuição de $0,158 \text{ mg/dm}^3$ por cm. Em P2, a diferença de concentração de M.O entre o solo a 10, 20 e 30 cm (monte externo do ninho) e as demais profundidade é ainda maior. Varia de $4,185 \text{ mg/dm}^3$ a 30 cm para $1,86 \text{ mg/dm}^3$ a 40 cm, o que corresponde a uma taxa média de diminuição de $0,23 \text{ mg/dm}^3$ por cm. Em P3 a diferença entre os valores a 10 e 30 cm de profundidade é de $2,04 \text{ mg/dm}^3$, correspondendo a uma taxa média de diminuição de $0,204 \text{ mg/dm}^3$ por cm. Após os dois primeiros horizontes a M.O. continua a diminuir, mas com maior moderação. Por exemplo, em P2 a M.O diminui de $1,86 \text{ mg/dm}^3$ a 40 cm para $0,186 \text{ mg/dm}^3$ a 280 cm. Ou seja, diminuição de $1,674 \text{ mg/dm}^3$ em 240 cm de profundidade ($0,00069 \text{ mg/dm}^3$ por cm). Verifica-se que os cupins concentram matéria orgânica no solo do monte do ninho já que os maiores valores foram encontrados em P2 a 10, 20 e 30 cm. A 30cm de profundidade a concentração de M.O em P2 foi 2,8 vezes maior que em P1 e 2,6 vezes maior que em P3. (Prancha 6.3.2; pág.33)

O alumínio (Prancha 6.3.3; pág.34) apresenta comportamento bastante distinto nos três pontos de amostragem (P1, P2 e P3), entre os horizontes 1 e 4, e relativa estabilização e semelhança entre os pontos (P1, P2 e P3) a partir o horizonte 5. Em P1, verifica-se tendência inicial a diminuição, partindo de $20,3 \text{ mmol/dm}^3$ a 10 cm de profundidade, que foi a maior concentração encontrada em todo o perfil, para $11,7 \text{ mmol/dm}^3$ a 60 cm de profundidade, estabilizando a partir dos 70 cm em torno de nove mmol/dm^3 . Em P2, verifica-se diminuição da concentração do alumínio até os 30 cm de profundidade, onde se encontra a mínima concentração de todo o perfil, seguida de um aumento até os 60 cm de profundidade, estabilizando a partir dos 80 cm em torno de 9 mmol/dm^3 . Já em P3, verifica-se aumento na concentração do alumínio até os 50 cm de profundidade, seguido de diminuição até os 70 cm, estabilizando a partir de 80 cm em torno de 9 a 10 mmol/dm^3 . Na parede do cupinzeiro (20 e 30 cm de P2) foram

encontradas as menores concentrações de alumínio do perfil (mmol/dm^3), aproximadamente $7,12 \text{ mmol}/\text{dm}^3$ a menos que a média de todo o perfil e $17 \text{ mmol}/\text{dm}^3$ a menos que o ponto com maior concentração do alumínio. A 30cm de profundidade a concentração de alumínio em P2 foi 4,66 vezes menor que em P1 e P3. (Prancha 6.3.3; pág.34)

O magnésio (Prancha 6.3.4; pág.35) apresentou forte variação entre os horizontes 1 e 2 nos três pontos de amostragem (P1, P2 e P3), principalmente em P2, onde encontramos uma redução de $19 \text{ mmol}/\text{dm}^3$ (maior concentração de todo o perfil) a 10 cm de profundidade para $3 \text{ mmol}/\text{dm}^3$ a 40 cm de profundidade. É nítido que a concentração do magnésio nas amostras da parede do cupinzeiro (10, 20 e 30 cm de P2) é significativamente maior, quando comparadas às outras profundidades do mesmo ponto ou dos outros dois pontos (P1 e P3). . A 30cm de profundidade a concentração de magnésio em P2 foi 16 vezes maior que em P1 e P3. (Prancha 6.3.4; pág.35)

O Fósforo (Prancha 6.3.5), o Potássio (Prancha 6.3.7) e o Cálcio (Prancha 6.3.6), como o magnésio, apresentaram forte variação entre os horizontes 1 e 2 nos três pontos de amostragem (P1, P2 e P3), principalmente em P2, e uma concentração significativamente maior nas amostras da parede do cupinzeiro (10, 20 e 30 cm de P2), quando comparadas a qualquer outra amostra do perfil.

O Fósforo (Prancha 6.3.5; pág.36) em P2 variou de $17,85 \text{ mg}/\text{dm}^3$ (maior concentração do perfil) a 10 cm de profundidade para $2,185 \text{ mg}/\text{dm}^3$ a 40 cm de profundidade. Enquanto que a 20 cm de P2 a concentração de fósforo é de $10,15 \text{ mg}/\text{dm}^3$, na mesma profundidade em P1 é de $1,4 \text{ mg}/\text{dm}^3$ e em P3 é de $1,75 \text{ mg}/\text{dm}^3$. Ou seja, a concentração de Fósforo a 20cm é 7,25 e 5,8 vezes maior em P2 do que em P1 e P3, respectivamente. (Prancha 6.3.5; pág.36)

O Cálcio (Prancha 6.3.6; pág.37) em P2 variou de 33 mmol/dm³ (maior concentração do perfil) a 10 cm de profundidade para 10 mmol/dm³ a 40 cm de profundidade e para 3 mmol/dm³ a 50 cm. Enquanto que a 20 cm de P2 a concentração de cálcio é de 32 mmol/dm³, na mesma profundidade em P1 é de 1mmol/dm³ e em P3 é de 5 mmol/dm³. Ou seja, a concentração de Cálcio a 20cm é 32 e 6,4 vezes maior em P2 do que em P1 e P3, respectivamente. (Prancha 6.3.6; pág.37)

O Potássio (Prancha 6.3.7; pág.38) em P2 variou de 1,7554 mmol/dm³ (maior concentração do perfil) a 10 cm de profundidade para 0,3550 mmol/dm³ a 40 cm de profundidade, enquanto a 30 cm de P2 a concentração de potássio é de 1,18 mmol/dm³, na mesma profundidade em P1 e P3 é de 0,0438 mmol/dm³, ou seja, a concentração de Potássio a 20cm é 26,9 vezes maior em P2 do que em P1 e P3, respectivamente. (Prancha 6.3.7; pág.38)

P1 - pH
166cm a esquerda do centro do monte

Horizonte	Profundidade cm	pH
H1	10	3,8
H1/H2	20	3,75
H2	30	3,69
H2	40	3,7
H3	50	3,83
H3	60	3,88
H4	70	3,93
H4	80	3,93
H4/H5	90	3,81
H5	100	3,89
H5	120	3,82
H5/H6	140	3,89
H6	160	3,87
H6	180	3,91
H7/H6	200	3,92
H7	240	3,91
H7	280	3,98

média	3,85
valor max.	3,93
valor min.	3,69
Δ	0,24

P2 - pH
35cm a esquerda do centro do monte

Horizonte	Profundidade cm	pH
H1	10	4,08
H1/H2	20	4,37
H2	30	4,4
H2	40	4,22
H3	50	3,97
H3	60	3,88
H4	70	3,95
H4	80	3,98
H4/H5	90	4
H5	100	4,01
H5	120	3,98
H5/H6	140	3,97
H6	160	3,97
H6	180	3,99
H7/H6	200	4
H7	240	3,98
H7	280	3,94

média	4,04
valor max.	4,40
valor min.	3,94
Δ	0,46

P3 - pH
85cm a direita do centro do monte

Horizonte	Profundidade cm	pH
H1	10	4,23
H1/H2	20	3,97
H2	30	3,91
H2	40	3,85
H3	50	3,92
H3	60	4
H4	70	4,04
H4	80	4,08
H4/H5	90	4,05
H5	100	4,02
H5	120	3,97
H5/H6	140	3,95
H6	160	3,94
H6	180	3,92
H7/H6	200	3,93
H7	240	3,93
H7	280	3,96

média	3,98
valor max.	4,23
valor min.	3,91
Δ	0,32

Prancha 6.3.1: Gráficos e Tabelas referentes à análise do pH do perfil.

P1 – Matéria Orgânica
166cm a esquerda do centro do monte

Horizonte	Profundidade cm	M.O. (mg/dm ³)
H1	10	3,441
H1/H2	20	1,86
H2	30	1,488
H2	40	1,302
H3	50	1,395
H3	60	1,023
H4	70	1,023
H4	80	0,744
H4/H5	90	0,651
H5	100	0,558
H5	120	0,558
H5/H6	140	0,465
H6	160	0,465
H6	180	0,465
H7/H6	200	0,279
H7	240	0,372
H7	280	0,372

média	0,968
valor max.	3,441
valor min.	0,279
Δ	3,162

P2 – Matéria Orgânica
35cm a esquerda do centro do monte

Horizonte	Profundidade cm	M.O. (mg/dm ³)
H1	10	4,464
H1/H2	20	4,836
H2	30	4,185
H2	40	1,86
H3	50	1,209
H3	60	1,023
H4	70	1,023
H4	80	0,744
H4/H5	90	0,465
H5	100	0,465
H5	120	0,372
H5/H6	140	0,279
H6	160	0,279
H6	180	0,279
H7/H6	200	0,186
H7	240	0,186
H7	280	0,186

média	1,297
valor max.	4,836
valor min.	0,186
Δ	4,650

P3 – Matéria Orgânica
85cm a direita do centro do monte

Horizonte	Profundidade cm	M.O. (mg/dm ³)
H1	10	3,627
H1/H2	20	2,418
H2	30	1,581
H2	40	1,302
H3	50	1,488
H3	60	1,023
H4	70	1,023
H4	80	0,744
H4/H5	90	0,744
H5	100	0,465
H5	120	0,465
H5/H6	140	0,465
H6	160	0,372
H6	180	0,279
H7/H6	200	0,279
H7	240	0,186
H7	280	0,186

média	0,979
valor max.	3,627
valor min.	0,186
Δ	3,441

Prancha 6.3.2: Gráficos e Tabelas referentes à análise do conteúdo de Matéria Orgânica do perfil.

P1 - Alumínio
166cm a esquerda do centro do monte

Horizonte	Profundidade cm	Al (mmolc/dm ³)
H1	10	20,3
H1/H2	20	14,5
H2	30	15,4
H2	40	14,6
H3	50	14,5
H3	60	11,7
H4	70	9,9
H4	80	9,3
H4/H5	90	8,9
H5	100	9
H5	120	10,4
H5/H6	140	10,1
H6	160	10,1
H6	180	9,4
H7/H6	200	8,5
H7	240	7,9
H7	280	8,9

média	11,38
valor max.	20,30
valor min.	7,90
Δ	12,40

P2 - Alumínio
35cm a esquerda do centro do monte

Horizonte	Profundidade cm	Al (mmolc/dm ³)
H1	10	8
H1/H2	20	4
H2	30	3,3
H2	40	7,8
H3	50	12,3
H3	60	12
H4	70	11,8
H4	80	9,8
H4/H5	90	9,2
H5	100	9,6
H5	120	10,6
H5/H6	140	10,3
H6	160	9,7
H6	180	9,4
H7/H6	200	8,9
H7	240	7,8
H7	280	8,6

média	9,01
valor max.	12,30
valor min.	3,30
Δ	9,00

P3 - Alumínio
85cm a direita do centro do monte

Horizonte	Profundidade cm	Al (mmolc/dm ³)
H1	10	6,3
H1/H2	20	12,8
H2	30	15,4
H2	40	15,6
H3	50	16
H3	60	13,4
H4	70	11,8
H4	80	8,9
H4/H5	90	8,9
H5	100	9
H5	120	9,7
H5/H6	140	11,2
H6	160	10,1
H6	180	9,4
H7/H6	200	8,8
H7	240	9,5
H7	280	8

média	10,87
valor max.	16,00
valor min.	6,30
Δ	9,70

Prancha 6.3.3: Gráficos e Tabelas referentes à análise do conteúdo de Alumínio do perfil.

P1 - Magnésio
166cm a esquerda do centro do monte

Horizonte	Profundidade cm	Mg (mmolc/dm ³)
H1	10	4
H1/H2	20	1
H2	30	0
H2	40	0
H3	50	0
H3	60	0
H4	70	1
H4	80	0
H4/H5	90	0
H5	100	0
H5	120	0
H5/H6	140	0
H6	160	0
H6	180	0
H7/H6	200	0
H7	240	0
H7	280	0

média	0
valor max.	4
valor mín.	0
Δ	4

P2 - Magnésio
35cm a esquerda do centro do monte

Horizonte	Profundidade cm	Mg (mmolc/dm ³)
H1	10	19
H1/H2	20	18
H2	30	16
H2	40	3
H3	50	1
H3	60	1
H4	70	1
H4	80	0
H4/H5	90	0
H5	100	0
H5	120	0
H5/H6	140	0
H6	160	0
H6	180	0
H7/H6	200	0
H7	240	0
H7	280	0

média	3
valor max.	19
valor mín.	0
Δ	19

P3 - Magnésio
85cm a direita do centro do monte

Horizonte	Profundidade cm	Mg (mmolc/dm ³)
H1	10	7
H1/H2	20	2
H2	30	0
H2	40	0
H3	50	0
H3	60	0
H4	70	0
H4	80	0
H4/H5	90	0
H5	100	0
H5	120	0
H5/H6	140	0
H6	160	0
H6	180	0
H7/H6	200	0
H7	240	0
H7	280	0

média	1
valor max.	7
valor mín.	0
Δ	7

Prancha 6.3.4: Gráficos e Tabelas referentes à análise do conteúdo de Magnésio do perfil.

P1 - Fósforo
166cm a esquerda do centro do monte

P2 - Fósforo
35cm a esquerda do centro do monte

P3 - Fósforo
85cm a direita do centro do monte

Horizonte	Profundidade cm	P (mg/dm ³)
H1	10	5,25
H1/H2	20	1,4
H2	30	1,4
H2	40	1,4
H3	50	1,4
H3	60	1,4
H4	70	1,4
H4	80	1,4
H4/H5	90	1,4
H5	100	1,4
H5	120	1,4
H5/H6	140	1,4
H6	160	1,4
H6	180	1,4
H7/H6	200	1,4
H7	240	1,75
H7	280	1,4

média	1,65
valor max.	5,25
valor mín.	1,40
Δ	3,85

Horizonte	Profundidade cm	P (mg/dm ³)
H1	10	17,85
H1/H2	20	10,15
H2	30	7,35
H2	40	2,1
H3	50	1,4
H3	60	1,4
H4	70	1,4
H4	80	1,4
H4/H5	90	1,4
H5	100	1,4
H5	120	1,4
H5/H6	140	1,4
H6	160	1,4
H6	180	1,4
H7/H6	200	1,4
H7	240	1,4
H7	280	1,4

média	3,27
valor max.	17,85
valor mín.	1,40
Δ	16,45

Horizonte	Profundidade cm	P (mg/dm ³)
H1	10	12,6
H1/H2	20	1,75
H2	30	1,75
H2	40	1,75
H3	50	1,75
H3	60	1,4
H4	70	1,4
H4	80	1,4
H4/H5	90	1,4
H5	100	1,4
H5	120	1,4
H5/H6	140	1,4
H6	160	1,4
H6	180	1,4
H7/H6	200	1,4
H7	240	1,4
H7	280	1,4

média	2,14
valor max.	12,60
valor mín.	1,40
Δ	11,20

Prancha 6.3.5: Gráficos e Tabelas referentes à análise do conteúdo de Fósforo do perfil.

P1 – Cálcio
166cm a esquerda do centro do monte

Horizonte	Profundidade cm	Ca (mmolc/dm³)
H1	10	15
H1/H2	20	1
H2	30	0
H2	40	0
H3	50	0
H3	60	0
H4	70	0
H4	80	0
H4/H5	90	0
H5	100	0
H5	120	0
H5/H6	140	0
H6	160	0
H6	180	0
H7/H6	200	0
H7	240	0
H7	280	0

média	1
valor max.	15
valor min.	0
Δ	15

P2 - Cálcio
35cm a esquerda do centro do monte

Horizonte	Profundidade cm	Ca (mmolc/dm³)
H1	10	33
H1/H2	20	32
H2	30	26
H2	40	10
H3	50	3
H3	60	1
H4	70	2
H4	80	1
H4/H5	90	2
H5	100	1
H5	120	1
H5/H6	140	1
H6	160	0
H6	180	1
H7/H6	200	2
H7	240	2
H7	280	1

média	7
valor max.	33
valor min.	0
Δ	33

P3 - Cálcio
85cm a direita do centro do monte

Horizonte	Profundidade cm	Ca (mmolc/dm³)
H1	10	21
H1/H2	20	5
H2	30	1
H2	40	1
H3	50	0
H3	60	2
H4	70	2
H4	80	0
H4/H5	90	0
H5	100	0
H5	120	0
H5/H6	140	0
H6	160	0
H6	180	1
H7/H6	200	1
H7	240	1
H7	280	3

média	2
valor max.	21
valor min.	0
Δ	21

Prancha 6.3.6: Gráficos e Tabelas referentes à análise do conteúdo de Cálcio do perfil.

P1 - Potássio
166cm a esquerda do centro do monte

Horizonte	profundidade cm	K (mmol/dm³)
H1	10	0,7181
H1/H2	20	0,1476
H2	30	0,0438
H2	40	-0,0080
H3	50	-0,0080
H3	60	-0,0080
H4	70	-0,0599
H4	80	-0,0080
H4/H5	90	-0,0599
H5	100	-0,0599
H5	120	-0,0599
H5/H6	140	-0,0080
H6	160	-0,0599
H6	180	-0,0599
H7/H6	200	-0,0599
H7	240	-0,0599
H7	280	-0,0080

média	0,0225
valor max.	0,7181
valor min.	0,0000
Δ	0,7181

P2 - Potássio
35cm a esquerda do centro do monte

Horizonte	profundidade cm	K (mmol/dm³)
H1	10	1,7554
H1/H2	20	1,4442
H2	30	1,1849
H2	40	0,3550
H3	50	0,0438
H3	60	-0,0080
H4	70	-0,0080
H4	80	-0,0599
H4/H5	90	-0,0080
H5	100	-0,0080
H5	120	-0,0599
H5/H6	140	-0,0599
H6	160	-0,0599
H6	180	-0,0599
H7/H6	200	-0,0599
H7	240	-0,0080
H7	280	-0,0599

média	0,2543
valor max.	1,7554
valor min.	0,0000
Δ	1,7554

P3 - Potássio
85cm a direita do centro do monte

Horizonte	profundidade cm	K (mmol/dm³)
H1	10	0,8218
H1/H2	20	0,1994
H2	30	0,0438
H2	40	0,0438
H3	50	-0,0080
H3	60	-0,0080
H4	70	-0,0080
H4	80	-0,0599
H4/H5	90	-0,0080
H5	100	-0,0599
H5	120	-0,0599
H5/H6	140	-0,0599
H6	160	-0,0599
H6	180	-0,0080
H7/H6	200	-0,0080
H7	240	-0,0080
H7	280	-0,0080

média	0,0438
valor max.	0,8218
valor min.	0,0000
Δ	0,8218

Prancha 6.3.7: Gráficos e Tabelas referentes à análise do conteúdo de Potássio do perfil.

6.4 DESCRIÇÃO DAS FEIÇÕES DE ORIGEM BIOLÓGICA *(Pranchas 6.4.1 a 6.4.30; da pág.40 à pág.77)*

Ao longo do estudo de campo foi possível observar inúmeras e diversas feições de origem biológica, dentre as quais algumas estão descritas e ilustradas por fotografias e esquemas, a seguir.

Localização da estrutura no perfil (visão frontal)

Profundidade vertical: 160 a 212cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 152cm a esquerda do centro do monte

Localização da estrutura no perfil (visão lateral)

Profundidade horizontal: 98cm do centro do monte

- – domínio microagregado.
- - solo de estrutura forte, média em blocos subangulares.
- raízes
- lápis

Prancha 6.4.1 – Trecho de canal vertical em associação à uma câmara, preenchidos por solo de estrutura microagregada de coloração bruno amarelado e vermelho acinzentado. A câmara apresentava forma circular aproximada, com 5,5cm de largura por 5,5cm de altura e estava localizada a 202cm de profundidade (vide localização no topo da página). O canal apresentava 52cm de altura por 1,5cm de largura. Ele iniciava no Horizonte 6 a 160cm da superfície e terminava a 212cm da superfície no início do Horizonte 7. No seu interior foram encontradas raízes.

Localização da estrutura no perfil (visão frontal)

Profundidade vertical: 238cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 85cm a esquerda do centro do monte

Localização da estrutura no perfil (visão lateral)

Profundidade horizontal: 98cm do centro do monte

- – espaço vazio da câmara .
- - domínio microagregado cor vermelho acinzentado.
- - domínio microagregado cor vermelho acinzentado.
- - domínio de alterita

Prancha 6.4.2– Câmara localizada no horizonte 7 (vide localização no topo da página) em meio a um domínio microagregado e rodeada por domínios de alterita; semi-preenchida por solo microagregado solto de cor vermelho acinzentado; de formato circular, com aproximadamente 4cm de largura por 3,5cm de altura.

Localização da estrutura no perfil (visão frontal)

Profundidade vertical: 250cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 57cm a direita do centro do monte

Localização da estrutura no perfil (visão lateral)

Profundidade horizontal: 98cm do centro do monte

50 cm

Setor ampliado

- [símbolo de ponto] – domínio microagregado de cor vermelho acinzentado.
- [símbolo de ponto] – domínio de alterita lápis.

Prancha 6.4.3 – Câmara localizada no horizonte 7 a 250cm de profundidade (vide localização no topo da página) em meio a um domínio de alterita; preenchida por solo microagregado de cor vermelho acinzentado; de formato circular, com aproximadamente 4cm de diâmetro.

**Localização da estrutura no perfil
(visão frontal)**

Profundidade vertical: 150cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 40cm a esquerda do centro do monte

**Localização da estrutura no perfil
(visão lateral)**

Profundidade horizontal: 95cm do centro do monte

50 cm

- – domínio microagregado de cor bruno amarelado.
- - solo de estrutura forte, média em blocos subangulares e cor vermelho.
- zona de ampliação da imagem apresentada na página seguinte.

Prancha 6.4.4 – Câmara localizada no horizonte 6 (vide localização no topo da página); preenchida por solo microagregado de cor bruno amarelado; de formato circular, com 6,5cm de largura por 4,7 cm de altura, aproximadamente. Na próxima página é apresentada a imagem em detalhe, em que é possível observar claramente a estrutura microagregada e a cor do solo de preenchimento da câmara.

- – domínio microagregado de cor bruno amarelado.
- - solo de estrutura forte, média em blocos subangulares de cor vermelho.

Prancha 6.4.4 (Continuação)

Localização da estrutura no perfil (visão frontal)

Profundidade vertical: 66cm a 280cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 46cm a direita do centro do monte

Localização da estrutura no perfil (visão lateral)

Profundidade horizontal: 90cm do centro do monte

Setor ampliado

- – domínio microagregado de cor bruno amarelado.
- - solo de estrutura forte, média em blocos subangulares

Prancha 6.4.5 – Trecho de canal preenchido por solo microagregado de cor bruno amarelado em meio ao solo do horizonte 5. Tal canal iniciava no horizonte EB e terminava no horizonte 7 (vide localização no topo da página). Tinha 214cm de altura por 1,5cm de largura. O trecho apresentado na imagem estava a aproximadamente 165cm da superfície do solo.

- – domínio microagregado de cor bruno amarelado .
 - - minhoca
 - - solo de estrutura forte, média em blocos subangulares e cor vermelho acinzentado.
- lápis

Prancha 6.4.5 (continuação) – No canal descrito na página anterior foi encontrada uma minhoca a 200cm da superfície no início do horizonte 7.

**Localização da estrutura no perfil
(visão frontal)**

Profundidade vertical: 223cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 43cm a esquerda do centro do monte

**Localização da estrutura no perfil
(visão lateral)**

Profundidade horizontal: 89cm do centro do monte

- – domínio microagregado de cor bruno amarelado
- - domínio microagregado de cor vermelho acinzentado.
- - domínio de alterita
- zona de alteração apresentada na próxima página

Prancha 6.4.6 – Câmara localizada no horizonte 7 (vide localização no topo da página) em meio a um domínio de alterita, preenchida por solo microagregado de cor vermelho acinzentado na parte inferior e por solo microagregado de cor bruno amarelado na parte superior. Apresentava formato semi-circular, com aproximadamente 7cm de largura máxima por 4,5cm de altura máxima. Na página seguinte é possível observar parte desta estrutura em detalhe.

- 1- Domínio microagregado de cor bruno amarelado
- 2- Domínio microagregado de cor bruno acinzentado
- 3- Domínio de alterita

Prancha 6.4.6 (continuação)

Localização da estrutura no perfil
(visão frontal)

Profundidade vertical: 208cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 74cm a esquerda do centro do monte

Localização da estrutura no perfil
(visão lateral)

Profundidade horizontal: 87cm do centro do monte

- – domínio microagregado.
- - solo de estrutura forte, média em blocos subangulares e cor vermelho acinzentado.
- lócio

Prancha 6.4.7 – Câmara localizada no final do horizonte 6 (vide localização no topo da página); preenchida por solo microagregado de cor vermelho acinzentado; de formato circular, com aproximadamente 6,2cm de largura por 5,5 cm de altura.

**Localização da estrutura no perfil
(visão frontal)**

Profundidade vertical: 229cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 55cm a esquerda do centro do monte

**Localização da estrutura no perfil
(visão lateral)**

Profundidade horizontal: 85cm do centro do monte

- – domínio microagregado.
- - domínio de alterita
- lápis

Prancha 6.4.8 – Câmara localizada no horizonte 7 em meio a um domínio de alterita (vide localização no topo da página); preenchida por solo microagregado de diferentes cores; de formato circular aproximado, com 4cm de largura por 3,5 cm de altura.

**Localização da estrutura no perfil
(visão frontal)**

Profundidade vertical: 185 a 230cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 46cm a esquerda do centro do monte

**Localização da estrutura no perfil
(visão lateral)**

Profundidade horizontal: 84cm do centro do monte

50 cm

- – domínio microagregado.
- - solo de estrutura forte, média em blocos subangulares e cor vermelho acinzentado.
- lápis
- zona de ampliação da

Prancha 6.4.9 – Trecho de canal preenchido por solo microagregado de cor vermelho acinzentado em meio ao solo do horizonte 6 (vide localização no topo da página). Tal canal iniciava no horizonte 6 e terminava no horizonte 7. Tinha 45cm de altura por 1,5cm de largura. Na próxima página, um pequeno trecho deste canal é apresentado em detalhe.

- – domínio microagregado.
- - domínio de alterita.
- solo do horizonte CB.

Prancha 6.4.9 (continuação)– Notar o nítido limite entre o domínio de alterita e o domínio de solo microagregado que preenchia o canal.

Localização da estrutura no perfil (visão frontal)

Profundidade vertical: 104 a 150cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 50cm a direita do centro do monte

Localização da estrutura no perfil (visão lateral)

Profundidade horizontal: 84cm do centro do monte

- -domínio microagregado.
- - solo de estrutura forte, média em blocos subangulares e cor vermelho.
- lápis
- zona de ampliação da imagem.

Prancha 6.4.10 – Trecho de canal preenchido por solo microagregado de cor bruno amarelado em meio ao solo do horizonte 5. Tal canal iniciava no horizonte 5 e terminava no início do horizonte 6 (vide localização no topo da página). Tinha 46cm de altura por 1,5cm de largura. Na imagem menor a direita, é possível verificar com mais detalhe o solo bruno amarelado de preenchimento do canal em contraste com o vermelho do solo do horizonte 5.

**Localização da estrutura no perfil
(visão frontal)**

Profundidade vertical: 174cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 8cm a esquerda do centro do monte

**Localização da estrutura no perfil
(visão lateral)**

Profundidade horizontal: 84cm do centro do monte

50 cm

- – domínios de solo microagregado.
- - solo de estrutura forte, média em blocos subangulares e cor vermelho acinzentado.
- lápis
- zona de ampliação da imagem apresentada na próxima página

Prancha 6.4.11 – Câmaras localizadas no horizonte 6 (vide localização no topo da página); preenchidas por solo microagregado de cor vermelho acinzentado; de formato circular. A câmara localizada acima do lápis apresentava aproximadamente 3cm de largura por 3,5 cm de altura enquanto a câmara localizada abaixo do lápis apresentava 2,8cm de largura e 3,5 de altura. Na próxima página é possível observar em detalhe o solo de preenchimento da câmara localizada acima do lápis.

- 1- domínio microagregado
2- solo do horizonte 6

Prancha 6.4.11 (continuação)

**Localização da estrutura no perfil
(visão frontal)**

Profundidade vertical: 232cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 80cm a direita do centro do monte

**Localização da estrutura no perfil
(visão lateral)**

Profundidade horizontal: 84cm do centro do monte

50 cm

- [símbolo de domínio microagregado] – domínio microagregado
- [símbolo de domínio de alterita] - domínio de alterita.
- [símbolo de lápis] lápis

Prancha 6.4.12 – Câmara localizada no horizonte 7 em meio a um domínio de alterita (vide localização no topo da página); preenchida por solo microagregado de cor vermelho acinzentado; de formato circular, com 4,3cm de largura por 4 cm de altura aproximadamente.

**Localização da estrutura no perfil
(visão frontal)**

Profundidade vertical: 200cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 50cm a esquerda do centro do monte

**Localização da estrutura no perfil
(visão lateral)**

Profundidade horizontal: 80cm do centro do monte

- [padrão de pontos] – domínio microagregado.
- [preto] - espaço vazio da câmara.
- [roxo] solo de estrutura forte, média em blocos subangulares e cor vermelho acinzentado.
- [amarelo] lápis

Prancha 6.4.13 – Câmara localizada no horizonte 6 (vide localização no topo da página); preenchida parcialmente por solo microagregado de cor vermelho acinzentado; de formato circular com aproximadamente 6cm de largura por 5,6 cm de altura.

**Localização da estrutura no perfil
(visão frontal)**
Profundidade vertical: 185 cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 20cm a esquerda do centro do monte

**Localização da estrutura no perfil
(visão lateral)**
Profundidade horizontal: 80cm do centro do monte

Prancha 6.4.14 – Câmaras localizadas no horizonte 6 (vide localização no topo da página); preenchidas por solo microagregado de cor vermelho acinzentado; de formato circular. A câmara localizada acima do lápis apresentava aproximadamente 3cm de largura por 3,5 cm de altura enquanto a câmara localizada abaixo do lápis apresentava 3,5cm e 4,5cm de largura e altura, respectivamente. Na próxima página é possível observar em detalhe o solo de preenchimento da câmara localizada mais acima.

- – domínio microagregado.
- - solo de estrutura forte, média em blocos subangulares e cor vermelho acinzentado.
- cascalho

Prancha 6.4.14 (continuação)

**Localização da estrutura no perfil
(visão frontal)**

Profundidade vertical: 262 cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 6cm a esquerda do centro do monte

**Localização da estrutura no perfil
(visão lateral)**

Profundidade horizontal: 79cm do centro do monte

- – domínio microagregado de cor vermelho acinzentado.
- - domínio de alterita.
- lápis

Prancha 6.4.15 – Câmaras localizadas no horizonte 7 em meio ao domínio de alterita (vide localização no topo da página); preenchidas por solo microagregado de cor vermelho acinzentado; de formato circular. A câmara localizada a esquerda do lápis apresentava aproximadamente 4,5cm de largura por 5 cm de altura enquanto a câmara localizada a direita do lápis apresentava 6cm de largura e 6,5 de altura.

Localização da estrutura no perfil
(visão frontal)

Profundidade vertical: 66cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 90cm a esquerda do centro do monte

Localização da estrutura no perfil
(visão lateral)

Profundidade horizontal: 65cm do centro do monte

- - carvão
- - domínio microagregado de cor bruno amarelado
- lápis

Prancha 6.4.16 – Carvão encontrado no horizonte 3 (vide localização no topo da página) e uma câmara (2) preenchida por solo microagregado de cor bruno amarelado com, aproximadamente, 5cm de largura por 3,5cm de altura..

**Localização da estrutura no perfil
(visão frontal)**

Profundidade vertical: 300 cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 13 cm a esquerda do centro do monte

**Localização da estrutura no perfil
(visão lateral)**

Profundidade horizontal: 64 cm do centro do monte

50 cm

64cm

- – domínio microagregado de cor vermelho acinzentado.
- –domínio de alterita

Prancha 6.4.17 – Domínios microagregados de cor vermelho acinzentado em meio ao domínio de alterita no horizonte 7 (vide localização no topo da página). Notar que há dois domínios com formato circular, semelhante a uma câmara com aproximadamente 3cm de diâmetro, e um domínio com forma de canal com aproximadamente 1,5 cm de largura por 12cm de comprimento

**Localização da estrutura no perfil
(visão frontal)**

Profundidade vertical: 234cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 40cm a direita do centro do monte

**Localização da estrutura no perfil
(visão lateral)**

Profundidade horizontal: 63cm do centro do monte

- [ponto pontilhado] – domínio microagregado.
- [círculo sólido] - espaço vazio da câmara.
- 3 - solo de estrutura forte, média em blocos subangulares e cor vermelho acinzentado.

lápiz.

zona de ampliação da imagem

Prancha 6.4.18 – Câmara localizada no horizonte CB (vide localização no topo da página); parcialmente preenchida por solo microagregado de cor vermelho acinzentado; de formato circular com aproximadamente 5cm de largura por 4,5 cm de altura.

**Localização da estrutura no perfil
(visão frontal)**

Profundidade vertical: 173cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 22cm a esquerda do centro do monte

**Localização da estrutura no perfil
(visão lateral)**

Profundidade horizontal: 60cm do centro do monte

- – domínio microagregado
- - solo de estrutura forte, média em blocos subangulares e cor vermelho acinzentado.
- lápis.

Pranhca 6.4.19 – Câmara localizada no horizonte 6 (vide localização no topo da página); preenchida por solo microagregado de cor vermelho acinzentado; de formato circular, com aproximadamente 3,5cm de largura por 4 cm de altura.

Prancha 6.4.20 (continuação) – Trechos de canal vertical apresentado na página anterior. Canal preenchido predominantemente por solo grumoso de cor bruno escuro. Iniciava no horizonte 5, passava por todo o 6 e terminava no fim do horizonte 7 (vide localização na página anterior). Tinha 110cm de altura por 1,5cm de largura. Notar a marcante presença de raízes em meio ao solo de preenchimento do canal.

Localização da estrutura no perfil (visão frontal)

Profundidade vertical: 145cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 47cm a direita do centro do monte

Localização da estrutura no perfil (visão lateral)

Profundidade horizontal: 50cm do centro do monte

ampliação

- – domínio microagregado.
 - - solo de estrutura forte, média em blocos subangulares e cor vermelho.
- lápis.

Prancha 6.4.21 – Câmara localizada no final do horizonte 5 (vide localização no topo da página); preenchida por solo microagregado de cor vermelho; de formato circular com aproximadamente 5,4,cm de largura por 4,8 cm de altura.

Localização da estrutura no perfil (visão frontal)

Profundidade vertical: 119 a 135 cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 15cm a direita do centro do monte

Localização da estrutura no perfil (visão lateral)

Profundidade horizontal: 49cm do centro do monte

50 cm

- - domínio microagregado de cor bruno amarelado.
- 1' - representação da continuação do canal no interior do solo
- - solo de estrutura forte, média em blocos subangulares e cor vermelho.
- lápis.
- zona de ampliação da imagem apresentada na próxima página

Prancha 6.4.22 – Trecho de canal preenchido por solo microagregado de cor bruno amarelado localizado no horizonte horizonte 5 (vide localização no topo da página). Tal canal iniciava no horizonte 6 e terminava no horizonte 7. Tinha 45cm de altura por 1,5cm de largura. Na próxima página há um pequeno trecho deste canal apresentado em detalhe.

- – solo de preenchimento do canal (microagregado de cor bruno amarelado).
 - - solo do B: estrutura forte, média em blocos subangulares e cor vermelho.
- lápis.

Prancha 6.4.22 (continuação)

**Localização da estrutura no perfil
(visão frontal)**

Profundidade vertical: 260cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 5cm a esquerda do centro do monte

**Localização da estrutura no perfil
(visão lateral)**

Profundidade horizontal: 43cm do centro do monte

50 cm

- – domínio de solo microagregado.
- - domínio de alterita
- lápis

Prancha 6.4.23 – Domínio de solo microagregado de cor vermelho acinzentado localizado no horizonte 7 em meio a um domínio de alterita (vide localização no topo da página); com formas arredondadas apresentando 2 câmaras; apresentava 5,1 cm de largura máxima por 7,7 cm de altura máxima.

**Localização da estrutura no perfil
(visão frontal)**

Profundidade vertical: 237cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 55cm a esquerda do centro do monte

**Localização da estrutura no perfil
(visão lateral)**

Profundidade horizontal: 42cm do centro do monte

50 cm

- [quadrado com pontos] – domínio de solo microagregado
- [quadrado com pontos] - alterita
- [barra amarela] lápis
- [quadrado tracejado] zona de ampliação da imagem

Prancha 6.4.24– Câmara parcialmente preenchida por solo de estrutura microagregada e cor vermelho acinzentado; localizada no horizonte 7 em meio a um domínio de alterita (vide localização no topo da página); de formato circular, com 5cm de largura por 4 cm de altura, aproximadamente.

Localização da estrutura no perfil
(visão frontal)

Profundidade vertical: 206cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 60cm a direita do centro do monte

Localização da estrutura no perfil
(visão lateral)

Profundidade horizontal: 40cm do centro do monte

Ampliação

- – domínio microagregado.
 - - solo de estrutura forte, média em blocos subangulares e cor vermelho acinzentado.
- lápis

Prancha 6.4.25 – Câmara preenchida localizada horizonte 6 (vide localização no topo da página); preenchida por solo microagregado de cor vermelho acinzentado; de formato circular com aproximadamente 5,1cm de largura por 3,8 cm de altura.

**Localização da estrutura no perfil
(visão frontal)**

Profundidade vertical: 282cm da superfície do solo
Distribuição lateral: abaixo do centro do monte

**Localização da estrutura no perfil
(visão lateral)**

Profundidade horizontal: 25cm do centro do monte

- [símbolo de ponto] – domínio microagregado de cor vermelho acinzentado.
- [símbolo de ponto] - solo de estrutura forte, média em blocos subangulares e cor vermelho acinzentado.
- [símbolo de barra amarela] lápis

Prancha 6.4.26 – Câmara localizada no horizonte 7 em meio a um domínio de alterita (vide localização no topo da página); preenchida por solo microagregado de cor vermelho acinzentado; de formato circular, com 4,7cm de largura por 5 cm de altura, aproximadamente.

**Localização da estrutura no perfil
(visão frontal)**

Profundidade vertical: 215cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 80cm a esquerda do centro do monte

**Localização da estrutura no perfil
(visão lateral)**

Profundidade horizontal: 32cm do centro do monte

50 cm

- – domínio microagregado de cor vermelho acinzentado.
- - espaço vazio da câmara
- - domínio de alterita
- lápis

Prancha 6.4.27 – Câmara localizada no horizonte 7 em meio a um domínio de alterita (vide localização no topo da página); preenchida parcialmente por solo microagregado de cor vermelho acinzentado; de formato circular, com 4,8cm de largura por 5 cm de altura aproximadamente.

Prancha 6.4.28- Canal vertical preenchido por solo microagregado de cor vermelho a vermelho acinzentado, que iniciava no horizonte B, passava por todo o CB e terminava no horizonte C. Tinha aproximadamente 1,5 cm de largura por 180cm de comprimento. **(vide localização da estrutura no perfil,**

Localização da estrutura no perfil (visão frontal)

Profundidade vertical: 90 a 270cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 45 cm a esquerda do centro do monte

Localização da estrutura no perfil (visão lateral)

Profundidade horizontal: 30cm do centro do monte

**Localização da estrutura no perfil
(visão frontal)**

Profundidade vertical: 210cm da superfície do solo
Distribuição lateral: 50 cm a esquerda do centro do monte

**Localização da estrutura no perfil
(visão lateral)**

Profundidade horizontal: 22cm do centro do monte

- – domínios microagregados de cor vermelho acinzentado.
- - solo de estrutura forte, média em blocos subangulares e cor vermelho acizentado.
- lápis
- raiz

Prancha 6.4.29 – Câmaras localizadas no horizonte & (vide localização no topo da página); preenchidas por microagregados de cor vermelho acinzentado; de formato circular, com 5,5cm de largura por 5 cm de altura, aproximadamente.

Prancha 6.4.30 – Câmara localizada horizonte 7 (vide localização no topo da página); preenchida por solo microagregado de cor vermelho acinzentado; de formato circular com aproximadamente 5,1cm de largura por 3,8 cm de altura. Notar a nítido limite entre o domínio microagregado e o domínio de alterita.

7 – Discussão

6.1.1 Considerações sobre as feições de origem biológica.

Das feições biológicas encontradas, destacam-se as câmaras e os canais verticais (Ex. Pranchas 6.4.4 e 6.4.5; págs. 43, 44 e 45), completa ou parcialmente preenchidos, pois foram como um “corpo estranho” ao horizonte, por sua distinta estrutura e/ou cor, e por terem sido também as feições que mais se repetiram no estudo em campo, principalmente as câmaras, possibilitando a identificação de alguns padrões mais claros; evidentes.

Um primeiro padrão que pode ser atribuído às câmaras e aos canais verticais diz respeito à distribuição no perfil. Tais feições foram, com pouquíssimas exceções, restritas aos horizontes localizados abaixo da stone-line (H5, H6 e H7), sendo que as câmaras foram relativamente mais abundantes nos horizontes H7 e H6, em muitos casos inseridas em domínios de alterita (Ex. Pranchas 6.4.6; 6.4.7 e 6.4.8). Outros padrões identificados dizem respeito ao formato, tamanho, orientação e propriedades do solo de preenchimento.

Quanto ao formato, as câmaras em geral eram aproximadamente circulares (Ex. Pranchas 6.4.2; 6.4.12; 6.4.13 e 6.4.14), com a largura excedendo um pouco a altura ou vice-versa. Já os canais verticais, em geral, apresentaram as paredes bem paralelas e consideravelmente verticais em relação à superfície (Ex. Pranchas 6.4.1; 6.4.5; 6.4.9; 6.4.10). Apenas algumas câmaras apresentavam um formato não circular, mais oval ou irregular (Ex. Prancha 6.4.6), e alguns poucos canais faziam curvas mais acentuadas em determinados trechos, tomando uma direção mais longitudinal em relação à superfície.

Quanto ao tamanho, as câmaras no geral tinham de 4 a 5 cm de altura e largura. Já os canais, quase que invariavelmente, possuíam 1,5cm de largura (distância

horizontal, entre as duas paredes). Não foi possível determinar um padrão para a altura (comprimento vertical) dos canais verticais, já que muitos não foram adequadamente expostos, tendo sido estudados apenas trechos deles. Mas pode ser dizer que o limite superior destes canais é o fim do horizonte H3 e que o limite inferior está abaixo dos 3m de profundidade. (Exemplos: Pranchas 6.4.5; 6.4.9; 6.4.10 e 6.4.20)

Dentre as propriedades do solo de preenchimento das câmaras e canais, a estrutura forte, pequena a muito pequena granular foi predominante (Ex. Pranchas 6.4.4; 6.4.5; 6.4.6; 6.4.9; 6.4.11; 6.4.14; 6.4.24) Mas em alguns canais verticais o solo de preenchimento era de estrutura grumosa (Prancha 6.4.20; pág.66). Já a cor variou, pois foram usados solos de diferentes horizontes, a saber: H3 (Bruno amarelado), H5 (vermelho), H6 e H7 (vermelho acinzentados).

Ainda sobre o solo de preenchimento, é interessante ressaltar que:

- em algumas câmaras e canais ocorreram mistura de solos de cores distintas (Exemplos: Pranchas 6.4.1 e 6.4.6; págs. 40 e 47);
- o grau de preenchimento variou, já que algumas estruturas estavam parcialmente preenchidas (Exemplos: Pranchas 6.4.2 e 6.4.13; págs. 41 e 57).
- O grau de compactação do solo foi distinto, pois em algumas câmaras, principalmente nas parcialmente preenchidas, os microagregados estavam frouxamente distribuídos, ou seja, mais soltos.(Exemplos: Prancha 6.4.2 e 6.4.24; págs. 41 e 71)
- O solo dos horizontes H5, H6 e H7 foram usados para preenchimento, em geral, de câmaras localizadas nos respectivos horizontes.
- o solo do horizonte 3 foi o mais movimentado pelo perfil, tendo sofrido movimentação descendente para preenchimento dos canais e câmaras (Exemplos: Pranchas 6.4.1; 6.4.4; 6.4.5 e 6.4.6)).

Outros aspectos importantes sobre os canais verticais e as câmaras são: ausência de revestimento orgânico interno (com alguma exceção para os canais); ausência de fábricas aparentes nas paredes internas; a forte associação com raízes, principalmente os canais, e a própria associação destas duas estruturas (Ex. Prancha 6.4.1 e 6.4.17; págs 40 e 62), estando a câmara ao lado ou em conexão com o canal.

6.1.2 Biopedoplasmação da zona saprolítica.

Neste estudo, foram encontradas inúmeras câmaras e canais verticais descendentes na zona de alteração (Exs: Pranchas 6.4.3; 6.4.6; 6.4.17; 6.4.23 e 6.4.24), preenchidos ou parcialmente preenchidos por solo agregado ou micro-agregado, proveniente da própria zona de alteração ou dos horizontes mais superficiais, principalmente do horizonte 3. A presença destas estruturas de origem biológica na zona de alteração é uma prova clara de biopedoplasmação. E é bem possível que estas estruturas, ou seja, que esta biopedoplasmação seja decorrente do trabalho dos cupins, já que na literatura há muitos relatos de que estes animais têm como comportamento o preenchimento de galerias desativadas como forma de proteção da colônia.

Há bastante semelhança entre o que Eschenrenner menciona sobre a biopedoplasmação, que segundo este autor ocorre no momento da construção da galeria e depois com o preenchimento destas com solo, e o que foi verificado em campo e parcialmente exposto nos resultados. Inclusive verificou-se neste estudo que algumas feições localizadas no horizonte 7, em meio ao domínio de alterita, apresentavam solo de preenchimento granular enquanto outras feições apresentavam microagregado, o que leva a considerar que há realmente uma transformação dos agregados mais ou menos

coalescentes em microagregados, que seriam as subunidades estáveis também produzidas pelos cupins, como coloca Eschenbrener.

Uma possível explicação para a construção pelos cupins das galerias encontradas em profundidade, localizadas nos horizontes 5, 6 e 7, é o comportamento de busca ativa de água para a manutenção da umidade no ninho. É improvável que os cupins tenham construído estas galerias para retirar solo para a construção e manutenção do monte externo do ninho, já que a análise granulométrica aponta maior semelhança textural entre o solo do monte externo e o solo dos horizontes superficiais mais argilosos.

6.1.3 Origem biológica da estrutura microagregada e granular

Neste estudo os microagregados foram encontrados basicamente: no preenchimento de câmaras e canais; nos horizontes 3 e 4; e na parede do monte do ninho.

As câmaras e canais verticais preenchidos formavam domínios microagregados no perfil e foram encontrados principalmente nos horizontes abaixo da stone-line e com maior abundância no horizonte 7. São, portanto, microagregações bem delimitadas e pontuais no perfil, com transição bem abrupta para o solo de entorno, e com origem relacionada ao comportamento dos cupins de tampar as galerias em desuso, possivelmente como forma de proteção.

A microagregação dos horizontes E e EB não tem caráter pontual. Não está restrita a área (volume) de uma câmara ou canal. Faz parte da estrutura predominante nestas camadas do solo logo acima da stone-line, inclusive em outras trincheiras da vertente. Não há possibilidades neste trabalho de atribuir a microagregação encontrada nestes horizontes aos cupins, nesta escala (vertente – paisagem). Mas, é razoável admitir

que eles podem contribuir neste processo. Pois, o solo destes horizontes microagregados, principalmente o solo do horizonte 7, foi o mais movimentado no perfil estudado. É possível que boa parte da porosidade destes horizontes seja proveniente da retirada de solo pelos cupins e que permaneçam microagregados produzidos e empilhados, mas não transportados no agregado composto tanto para baixo como para cima para o preenchimento de câmaras e canais e para a formação do monte, respectivamente.

Quanto ao monte do ninho, verificou-se que seu interior havia sido desmanchado por formigas, já que estava oco e que havia muitos agregados no entorno do monte na forma de blocos produzidos, possivelmente, por formigas com mandíbulas grandes e bem agressivas que foram encontradas durante o trabalho de campo. Ou seja, elas aceleraram o processo de desintegração do monte e possivelmente contribuíram para a liberação de microagregados no solo superficial do entorno. Mas é bem possível que os microagregados provenientes de desintegração do monte sejam rapidamente transformados, talvez destruídos, pelas minhocas que moldam literalmente o horizonte superficial. Devido às minhocas, aparentemente, a desintegração do monte não tem muita influencia na formação de microagregação do solo. Mas, isto precisa ser melhor investigado.

6.2.4 Efeitos dos cupins na química do perfil.

Neste estudo, a incorporação de matéria orgânica e saliva como material de construção é a mais provável explicação para as diferenças químicas encontradas entre o solo do monte e o solo do entorno. Já que o solo do monte, para algumas características químicas, foi bem distinto de qualquer outra amostra do perfil.

pH: a maioria dos pesquisadores não tem encontrado apreciáveis diferenças entre o pH do ninho (monte) e dos solos não afetados pelos cupins usados como controle. Neste estudo também não foi encontrada apreciável diferença entre o pH do solo do monte e o pH das amostras de solo dos horizontes superficiais, de onde provavelmente foi retirado o solo para construção. O pH do solo do monte foi apenas um pouco maior.

Matéria Orgânica: os pesquisadores apontam que o conteúdo de matéria orgânica dos montes dos cupins é bastante variável, mas que no geral é maior do que os conteúdos dos solos de controle, mesmo que a diferença seja pequena.

Neste estudo o conteúdo de matéria orgânica da parede do monte também foi maior do que o conteúdo do solo do horizonte 1 do entorno, que é horizonte do perfil com mais matéria orgânica, mas a diferença não foi muito significativa, o que condiz com as informações encontradas na revisão bibliográfica.

Alumínio: os trabalhos de revisão sobre o efeito dos cupins na química do solo raramente abordam o alumínio trocável. No único trabalho encontrado Garnier-Sillam & Harry (1995) apontam um apreciável enriquecimento em alumínio nos cupinzeiros quando comparados ao solo controle do Horizonte A1. Diferentemente, neste estudo a concentração do alumínio na parede do cupinzeiro foi menor do que a concentração encontrada em qualquer outra amostra do perfil. A 30cm de profundidade, como foi apontado nos resultados, a concentração de alumínio foi 4,66 vezes menor no monte do que nos solos de controle do entorno (P1 e P3).

Cátions Trocáveis – Mg, P, K e Ca: em todas as pesquisas consultadas o solo dos ninhos apresentou maiores concentrações de cátions do que os solos do entorno usados como controle.

Neste estudo a parede do monte também apresentou maior concentração de todas as bases quando comparada a qualquer outra amostra do perfil, inclusive quando comparada ao solo superficial do entorno, que tem concentração mais semelhante de matéria orgânica. As maiores diferenças, ao contrário das referências citadas na revisão bibliográfica, ocorreram com o potássio, o magnésio, o cálcio e o fósforo, nesta ordem.

8 – Conclusões

Quanto à ação dos cupins na morfologia do perfil estudado, as diversas estruturas identificadas e descritas, principalmente câmaras e canais verticais, com ou sem solo de preenchimento, permitem concluir que os cupins influenciam efetivamente a morfologia do perfil, atuando na formação de agregados e microagregados e na pedoplasmação da zona de alteração da rocha.

Quanto à ação dos cupins nas propriedades químicas do perfil, as alterações químicas identificadas no solo do monte externo do ninho apontam para a interferência nos seguintes atributos: concentração de alumínio, concentração das bases trocáveis (Magnésio, Fósforo, Cálcio, Potássio) e conteúdo de matéria orgânica.

Com o que foi identificado e descrito, conclui-se que os cupins têm importante papel na:

- gênese de solo em profundidade, devido à biopedoplasmação.
- formação de microagregação, devido ao preenchimento de galerias
- redistribuição de nutriente no solo, devido à interferência no solo do monte do ninho.

9 - Referências Bibliográficas

- BREWER, R. Fabric and mineral analysis of soil. New York: Wiley., 1976
- CAMARGO, O. A. et al. Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas: boletim técnico nº106. Campinas: Instituto Agronômico, 1986.
- CLOUD, P. et al. The Works of Living Social Insects as Pseudofossils and the age of the Oldest Known Metazoa. Science. v. 210, n.28, p. 1013-1015, 1980.
- EITEN, G. Classificação da vegetação do Brasil. Brasília: CNPq/Coordenação Editorial, 1983.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Produção de Informação, 1999.
- ESCHENBRENNER, V. Termite activity and soil morphology in tropical areas. Laboratoire d'Ecologie des Sols Tropicaux, Centre Orstom, France.
- GARNIER-SILLAM, E.; HARRY, M. Distribution of humic compounds in mounds of some soil-feeding termite species of tropical rainforest: its influence on soil structure stability. Insects Soc. v. 42, p. 167 – 185, 1995.
- GRASSÉ, P. Termitologia (tomo I e II). Rio de Janeiro: Masson, 1982.
- HESSE, P.R. A chemical and physical study of the soils of termite mounds in east Africa. Journal of Ecology. v.43, p. 449-461, 1955.
- HOLE, F. D. Effects of Animal on Soil. Geoderma. v. 25, p. 75-112, 1981.
- IPT. Mapa Geológico do Estado de São Paulo, monografia. Vol.1. São Paulo, 1981.

- JUNGERIUS, P.D; VAN DEN ANCKER, J.A.M.; MUCHER, H.J. The contribution of termites to the microgranular structure of soils on the Uasin Gishu Plateau, Kenya. *Catena*. v.34, p. 349 – 363, 1999.
- LAL, R. Ants. In: *Tropical Ecology and physical edaphology*. A Wiley-interscience publication. p. 423-441, 1987.
- LEE, K. E.; WOOD, T. G. *Termites and Soil*. London: Academic Press Inc., 1971.a
- LEE, K. E.; WOOD, T. G. Physical and chemical effects on soil of some Australian termites, and their pedological significance. *Pedobiologia*. v. 11, p. 376-409, 1971.b.
- LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. Campinas: SBCE, 1984.
- LEPAGE, J. et al. *Acad. Sci. Ser. D* 278, 1855, 1974.
- LOBATO, J. A. *Morfología de solos de uma vertente da represa Billings, com base na análise estrutural da cobertura pedológica*. Chácara Santa Olívia, São Bernardo do Campo – SP. Trabalho de Graduação Individual II apresentado ao depto. De Geografia da FFLCH/USP. 2004.
- LOBRY DE BRUYN, L.A; CONACHER, A.J. The role of térmites and ants in soil modification: a review. *Australian Journal of Soil Research*. V. 28, p. 55 - 93, 1990.
- MARTIUS, C. Diversity and ecology of térmites in Amazonian forests. *Pedobiologia*. v.38, p. 407 – 428, 1994.
- MIKLÓS, A. A. W. *Biodynamique d’une couverture pédologique dans la région de Botucatu (Brésil, SP)*. Paris: Université de Paris VI, 1992 a.

- MIKLÓS, A.A.W. Biodynamics of the landscape: biopedological organization and functioning. Part 1. Role and contribution of the fauna to the organization and dynamics of a pedological cover in Botucatu, State of São Paulo, Brazil. International Scientific Conference IFOAM. v.1, p 74-86, 1992b.
- ODUM, E. P.; Ecología. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 1988.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T.; FURLEY, P. Monção, Cocuruto, Murundu. Ciência Hoje. v.11, p 30 – 37, 1990.
- SALICK, J. et al. Termitaria: Nutrient Patchiness in Nutrient-Deficient Rain Forests. Biotropica. v. 15, p. 1-7, 1983.
- SCHAEFER, C. E.R. Brazilian latosols and their B horizon microstructure as long-term biotic constructs. Australian Journal of Soil Research. V. 39, p. 909 - 926, 2001.
- SETZER, J. Atlas climático e ecológico do estado de São Paulo. São Paulo: Comissão Interestadual da bacia Paraná-Uruguai, 1996.
- SLEEMAN, J. R.; BREWER, R. Micro-structures of some Australian Termite nests. Pedobiologia. v. 12, p. 347-373. 1972.
- VIEIRA, L. S.; VIEIRA, M. N. F. Horizontes do solo. In: Manual de Morfologia e Classificação de Solos. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda, 1983. p. 57-82.
- WIELEMAKER, W. G.; Soil formation by termites: a study in the Kisii area, Kenya. Netherlands: Department of Soil Science and Geology, Agricultural University, 1984.