

Atributos Edáficos e de Termiteiros de Cupim-de-Montículo (Isoptera: Termitidae) em Pinheiral-RJ¹

Liane Barreto Alves Pinheiro², Marcos Gervasio Pereira³, Eduardo Lima³,
Maria Elizabeth Fernandes Correia⁴, Cristiane Figueira da Silva⁵,
Adierson Gilvani Ebeling⁶

¹Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor apresentada ao

Curso de Pós-graduação em Agronomia – CPGA-CS
da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ

²Departamento de Recursos Naturais, Diretoria de Geociências,

Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Rio de Janeiro/RJ, Brasil

³Departamento de Solos, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro –UFRRJ,
Seropédica/RJ, Brasil

⁴Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Agrobiologia), Seropédica/RJ, Brasil

⁵Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Seropédica/RJ, BRasil

⁶Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro, Macaé/RJ, Brasil

RESUMO

Amostras de terra e de termiteiros da espécie *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832) (cupim-de-montículo) foram comparadas quanto às propriedades químicas e biológicas, com o objetivo de avaliar a influência dos térmitas em algumas propriedades dos solos. O trabalho foi realizado em Pinheiral-RJ, em áreas de pastagem formada, pastagem nativa e plantio de eucalipto. Foram coletadas amostras de 60 termiteiros e do solo adjacente, ao longo de um ano, em quatro estações. A biomassa microbiana encontrada nos termiteiros foi superior à do solo na maioria das áreas e das estações avaliadas, e o fracionamento do carbono demonstrou que a maior parte deste está sob a forma de húmida.

Palavras-chave: *Cornitermes cumulans*, biomassa microbiana, frações orgânicas.

Edaphic and Termite Nests Attributes of Termite Mounds (Isoptera: Termitidae) in Pinheiral, Rio de Janeiro state, Brazil

ABSTRACT

Samples of soil and termite species *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832) (termite mounds) were compared with respect to chemical and biological properties to evaluate the influence of termites in some soil properties. The study was conducted in Pinheiral, Rio de Janeiro state in areas of managed pasture, native grassland, and eucalyptus plantations. The samples were collected from 60 adjacent termitaria and soil over a year, in four seasons. Microbial biomass was higher in the termitaria than in the soil in most of the areas and seasons evaluated, and fractionation showed that most of the carbon is found in the humic form.

Keywords: *Cornitermes cumulans*, microbial biomass, organic fractions.

1. INTRODUÇÃO

Algumas espécies de térmitas podem causar danos a agricultura, pastagens e florestas; entretanto, a maioria das espécies não se enquadra neste caso. Das 2.750 espécies de cupins (ordem Isoptera) descritas no mundo, apenas 10% estão registrados como pragas, tendo, como o principal dano causado, a degradação da madeira, ocasionado pelos cupins dos gêneros *Cryptotermes* e *Coptotermes* (Constantino, 1999).

Embora sejam considerados como pragas agrícolas, existem espécies de cupins, como as do gênero *Cornitermes*, que não estão associadas a indícios de degradação de pastagens (Lima et al., 2011), local onde ocorrem em alta densidade. Espécies desse gênero são responsáveis pela construção de cupinzeiros epígeos (montículo) (Valério, 2006), sendo mais abundantes onde o pastejo é mais intenso (Forti & Andrade, 1995). Fernandes et al. (1998) consideraram o *status* dos cupins como praga estética, enquanto outros autores constataram que a presença dos cupinzeiros, bem como a sua altura, não causa efeito negativo na área útil de pastagem para o gado (Cunha, 2011; Cunha & Morais 2010; Ackreman et al., 2007; Czepak et al., 2003).

Além desses fatores, Cosenza & Carvalho (1974) concluíram que a eliminação do cupim-de-montículo das pastagens não modificou a qualidade das mesmas, não alterando a produção de matéria seca e a cobertura vegetal. Destacaram, ainda, que esses cupins poderiam ser benéficos no que se refere à fertilidade do solo (Fernandes et al., 1998). Peres Filho et al. (1990) e Kaschuk et al. (2006) observaram que o material de cupinzeiro de *Cornitermes cumulans*, principalmente o cartão (região central do cupinzeiro), é quimicamente mais rico em nutrientes do que o solo adjacente.

Verifica-se que, como resultado da atividade da construção dos montículos, os térmitas promovem modificações nas propriedades químicas dos solos (Holt & Lepage, 2000), especialmente por usarem materiais orgânicos, como as secreções salivares e os materiais fecais, como agentes cimentantes, durante a construção do termiteiro. Alguns autores avaliaram as modificações ocasionadas pelos térmitas, relatando

que as atividades destes organismos promovem alterações nas propriedades físicas do solo, na distribuição e na natureza da matéria orgânica, na disponibilidade dos nutrientes e no crescimento das plantas (Gholami & Riazi, 2012; Yamashina, 2010; Adekayode & Ogunkoya, 2009; Semhi et al., 2008; Diaye et al., 2003; Amelung et al. (2002); Garnier-Sillam & Harry, 1995; Peres Filho et al., 1990; Lee & Wood, 1971). Em revisão apresentada sobre a ação de térmitas nos solos, Ferreira et al. (2011) também relataram as modificações nos atributos edáficos, em função da atividade desses organismos.

Não obstante alguns aspectos da relação cupins-solos-plantas tenham sido abordados em alguns estudos no Brasil (Peres Filho et al., 2012; Oliveira et al., 2011; Ackreman et al., 2007; Waldemar & Irgang, 2003; Demattê et al., 1998; Batalha et al., 1995; Peres Filho et al., 1990), especificamente, no Estado do Rio de Janeiro, estudos nesse sentido são escassos. Além disso, até o momento, não existem trabalhos que avaliem as modificações nas substâncias húmicas promovidas por estes organismos, bem como a influência destes na biomassa microbiana.

Dessa forma, este estudo tem como objetivos determinar a biomassa microbiana nos termiteiros e em solo adjacente, e verificar a distribuição das substâncias húmicas, em áreas de encostas submetidas a diferentes usos (pastagem formada, pastagem não manejada degradada e plantio de eucalipto), no município de Pinheiral, Estado do Rio de Janeiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Meio físico

O trabalho foi desenvolvido no município de Pinheiral-RJ, entre as latitudes 22° 30' S e 22° 38' S, e longitudes 43° 57' W e 44° 05' W, na região do Médio Vale do Paraíba do Sul (Brasil, 1983). A temperatura varia de 12 °C a 33 °C e a temperatura máxima absoluta é de 38,4 °C. A temperatura média anual é de 20,9 °C. A precipitação varia entre 1.300 e 1.500 mm ano⁻¹, com excedente hídrico de 100 a 150 mm mensais de dezembro a março, sendo verificada deficiência hídrica de julho a setembro.

A região apresenta relevo típico da Região Sudeste denominado 'Mar de Morros', em que são verificadas áreas de alta declividade associadas às pequenas regiões de várzeas. A altitude varia desde 360 até 720 metros. A região pertence ao domínio ecológico da Mata Atlântica, com vegetação original denominada Floresta Pluvial Baixo Montana. Atualmente, predominam na região pastagens implantadas em diferentes estádios de degradação, originando áreas de vegetação, como os pastos sujos e capoeiras. Em todas estas áreas, observa-se uma grande ocorrência do cupim-de-montículo.

Foram selecionadas três áreas, que representam as principais formas de utilização do solo, para a avaliação das propriedades edáficas de termiteiros e de solos em áreas adjacentes a estes, identificadas a seguir: a) Área 1 - Pastagem formada de *Brachiaria decumbens* (PF), com emprego das práticas convencionais de preparo do solo. A área apresenta maior pressão de pastoreio, em função da melhor qualidade da pastagem; b) Área 2 - Pastagem não manejada degradada (PN); no histórico, tem alternância entre capoeiras e pastagem não manejada, com domínio de grama batatais (*Paspalum notatum*), com ocorrência menor de invasoras, como assa-peixe (*Veronia poyanthes*), juá (*Solanum culeatissimum*) e alecrim (*Baccharis dracunculifolia*). A manutenção restringe-se às roçadas esporádicas e, neste sítio, a pressão de pisoteio varia com a disponibilidade de alimento. A incidência de queimada é maior; Área 3 - Plantio de eucalipto (*Eucalyptus citriodora*), implantado em 1982. Nesta área, antes do cultivo do eucalipto, havia uma pastagem não manejada. Como práticas culturais de implantação, foram construídos cordões de contorno e procedeu-se a calagem e adubação, sendo que o primeiro corte foi realizado em 1996.

2.2. Amostragem

As coletas ocorreram no período de março de 1999 a fevereiro de 2000, sendo realizadas quatro coletas neste período, que representam as quatro estações do ano: verão, outono, inverno e primavera. Para cada sítio de pastagem formada (PF), pastagem não manejada degradada (PN) e plantio de eucalipto, foi demarcada uma parcela de aproximadamente um hectare, onde foram coletadas as amostras. O

número de amostras recolhidas foi determinado com base em trabalhos de pesquisas anteriores, realizados por Holt et al. (1980) e Egler (1984).

Em cada sítio, foram escolhidos aleatoriamente cinco montículos, sendo cada um destes dividido em três seções (topo, centro e base na superfície do solo), das quais se recolheram três amostras do centro para análises. Também do centro do montículo, foram coletados animais (cupins), que foram armazenados em álcool 70%, para posterior identificação. Para cada montículo, em área adjacente, foram coletadas amostras de terra na profundidade de 0-5 cm para as análises.

3. MÉTODOS

3.1. Identificação dos térmitas

Os indivíduos coletados foram armazenados em frascos com álcool 70% para posterior identificação. Os animais foram encaminhados ao pesquisador Dr. Luís Cláudio Marques de Oliveira, do Laboratório de Isoptera, do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. Para a identificação, foi utilizada a Chave Ilustrada para Identificação dos Gêneros de Cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil, e o *Catalog of the termites of the New World* (Insecta: Isoptera) (Constantino, 1998, 1999).

3.2. Preparo das amostras

Após a coleta, o material foi trazido para laboratório, sendo que as amostras coletadas para a determinação do carbono da biomassa microbiana foram processadas imediatamente. As demais amostras foram secas ao ar e peneiradas em peneira de 2,0 mm de diâmetro de malha, conforme Embrapa (1997), obtendo-se a terra fina seca ao ar, material no qual foi realizado o fracionamento da matéria orgânica.

3.3. Biomassa microbiana

O carbono da biomassa microbiana do solo foi estimado pelo método da fumigação e da extração, apresentado por Vance et al. (1987). Neste método a fumigação é realizada com clorofórmio e a extração, com sulfato de potássio 0,5 mol L⁻¹. A determinação

nos extratos fumigados e não fumigados foi feita por dicromatometria, a partir da retirada de uma alíquota do extrato. O dicromato em excesso foi titulado com uma solução de sulfato ferroso amoniacal $0,033 \text{ mol L}^{-1}$.

3.4. Extração e fracionamento das substâncias húmicas

As amostras foram coletadas no centro do montículo e na profundidade de 0-5 cm no solo. Para as análises, foi utilizada a técnica baseada no método de Kononova-Belchikova, descrita em Sastriques (1982), com adaptações propostas por Santos (1986).

3.5. Tratamento dos dados obtidos

As análises estatísticas do fracionamento do carbono e da biomassa microbiana foram desenvolvidas pelo programa Sisvar versão 4.6 DEX/UFLA, pelo qual foram realizados os testes de normalidade, Anova F e o teste de média de Tukey a 5%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Identificação dos cupins

Foram identificados os cupins em todos os termiteiros amostrados, os quais apresentavam exclusivamente indivíduos da espécie *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832). Foi observada a presença de diplópodos e de formigas, além de aranhas e uma 'cuíca' (*Cavea aperea*) com filhotes. A literatura comenta a ocorrência de vários organismos que se 'utilizam' dos montículos como inquilinos ou predadores, principalmente no que diz respeito às formigas (Cunha & Morais, 2010; Costa et al., 2009; Sarcinelli et al., 2009; Dutra & Galbiati, 2009; Redford, 1984).

Redford (1984) estudou o papel dos termiteiros de *Cornitermes cumulans* na ecologia do cerrado brasileiro e considerou que essa espécie seja uma 'espécie-chave', pois, uma vez eliminados, poderia ocorrer uma série de extinções locais, já que seus montículos são habitados por pelo menos 17 espécies de outros cupins e dez espécies de formigas, e de outros inquilinos; esses montículos são também

utilizados por animais, como os tatus, que são grandes consumidores de cupins. Em somente 1% dos ninhos estudados, foi detectada a presença apenas dos cupins.

4.2. Biomassa microbiana

Os valores de biomassa microbiana encontrada nos termiteiros variaram entre 1.200 e 6.000 $\mu\text{g C g solo}^{-1}$, sendo, em média, dez vezes superiores aos quantificados nas amostras de terra, que oscilaram entre 250 e 600 $\mu\text{g C. g solo}^{-1}$ (Tabela 1). Resultados semelhantes também foram observados por Holt (1998), que estudou a atividade microbiológica em montículos de alguns térmitas que ocorrem na Austrália e observou que os níveis de biomassa microbiana foram significativamente maiores (em média, duas a seis vezes mais) nos termiteiros, comparados com o solo adjacente. O autor sugere que a associação entre os térmitas e a população microbiana presente nos montículos tem importante efeito sinérgico na decomposição do material orgânico.

A alta umidade somada à grande disponibilidade de substrato, além da saliva e das fezes nos montículos, promove um microambiente mais favorável ao crescimento de microrganismos do que a superfície do solo, que está exposta às temperaturas mais elevadas e maiores variações no conteúdo de água (Holt, 1990). Estudos da associação entre os térmitas e os microrganismos na decomposição da matéria orgânica e na ciclagem de nutrientes têm sido realizados por diferentes autores e em várias partes do mundo (Diaye et al., 2004; Holt, 1998; Spain et al., 1998; Holt, 1987), tendo alguns demonstrado que os termiteiros apresentam maior população microbiana em relação ao solo adjacente (Holt, 1998; Spain et al., 1998; Singh et al., 1978; Mohindra & Mukerji, 1982; Meiklejohn, 1965).

Quando comparada a parte central do termiteiro com a profundidade 0-5 cm do solo, observa-se que, de modo geral, houve diferença significativa, exceto no inverno, quando os valores médios da biomassa microbiana apresentaram-se menores. Este padrão, provavelmente, está associado à estação do ano, ao final do inverno, quando o conteúdo de água no solo e a temperatura são mais baixos, e o crescimento da vegetação está praticamente paralisado, diminuindo

Tabela 1. Valores médios da Biomassa Microbiana-C, expressos em $\mu\text{g C g solo}^{-1}$, nas diferentes áreas amostradas, em relação às épocas e partes estudadas.**Table 1.** C-Microbial biomass mean values, $\mu\text{g C.g soil}^{-1}$, in the different areas in function of the times and studied positions.

Estações	Local	Pasto Formado	Pasto não Manejado	Área de Eucalipto
Verão	Solo ¹	322 b AB	457 b A	314 b BC
	Termiteiro ²	6030 a A	2564 aBC	4605 a AB
Outono	Solo ¹	556 b AB	613 a A	247 b C
	Termiteiro ²	3212 a AB	2410a BC	4757 a A
Inverno	Solo ¹	272a A	348a A	252a A
	Termiteiro ²	1487a A	1172a A	1557 a A
Primavera	Solo ¹	443b A	495b A	256b A
	Termiteiro ²	4443 aA	3601a A	4987a A

Valores seguidos de letras maiúsculas iguais na mesma linha e letras minúsculas iguais na mesma coluna, dentro de cada época, não diferem significativamente pelo teste de Tukey no nível de 5%. ¹Amostra coletada na profundidade 0-5 cm no solo. ²Amostra coletada no centro do termiteiro.

a oferta de material orgânico. Tais aspectos, possivelmente, refletiram nos menores valores de biomassa microbiana, tanto no solo como nos termiteiros.

Existem consideráveis evidências que apoiam o conceito de que o montículo é um ambiente de intensa atividade microbiana. A consequência é o incremento das taxas de mineralização do carbono e do nitrogênio através desta organização dos montículos (Holt & Lepage, 2000). Os autores ainda comentam que alguns grupos, como os Macrotermitinae, Termitinae e Nasutermitinae, que ocorrem na Austrália e que forrageiam na serrapilheira, valem-se de microrganismos nos ninhos para reduzir as relações de C/N do material orgânico estocado no ninho, fornecendo, assim, uma fonte de alimento enriquecida em nitrogênio, e auxiliando a quebra da celulose durante a digestão. Também é observado que os térmitas são capazes de controlar e selecionar o número de microrganismos em seus montículos.

Ao estudar a ecologia dos fungos nos montículos construídos pelos térmitas em Mehrauli, Nova Deli, Mohindra & Mukerji (1982) observaram que a umidade e a temperatura, e os altos teores de material orgânico dentro dos termiteiros são ideais para o crescimento de microrganismos. Spain et al. (1998) também verificaram maior densidade de microrganismos (fungos) nos montículos de térmitas em ambiente tropical, na Austrália.

Apesar de os termiteiros serem ambientes favoráveis à proliferação de microrganismos, em razão da atividade transformadora dos térmitas,

que criam este microambiente, este fato não é o único fator determinante da quantidade de C associado à biomassa microbiana, pois o tipo de substrato aportado pela vegetação parece ter uma influência marcante sobre os valores encontrados para a biomassa microbiana. Amelung et al. (2002), estudando as características da lignina e da densidade das frações nos ninhos de seis diferentes gêneros de térmitas na Amazônia, relatam que as diferenças encontradas entre os materiais nos termiteiros são reflexos das diversas fontes de alimento, e que esses materiais possuem densidades e composições químicas diferentes. Este fato sugere que diferentes tipos de vegetação resultem em diferenças quanto à biomassa microbiana que está associada ao material orgânico utilizado pelos térmitas.

Esta tendência se confirmou, principalmente para as estações de verão e outono, em que foram encontradas diferenças significativas entre os tipos de vegetação dentro de cada parte avaliada (termiteiro e solo adjacente). No inverno e na primavera, esta tendência não se confirmou, o que sugere que, apesar de a vegetação ser um forte determinante para biomassa microbiana, sua interação com fatores climáticos pode modificar esse padrão.

4.3. Fracionamento da matéria orgânica

Para fração ácidos fúlvicos livres (AFL), os valores encontrados variaram de 0,34 g kg^{-1} no solo da área de pasto formado, na primavera, a 4,04 g kg^{-1} no termiteiro da área eucalipto, no inverno (Tabela 2). Comparando-se o solo adjacente e a parte central do termiteiro, diferenças significativas foram

observadas em todas as áreas e estações, exceto para a área de pasto não manejado, no verão e no outono.

Para a fração ácidos fúlvicos (AF), o menor teor observado foi de $0,44 \text{ g kg}^{-1}$ no solo, na área de pasto formado, na primavera, e o maior valor $5,36 \text{ g kg}^{-1}$, na mesma estação, para área de eucalipto (Tabela 3). Diferenças significativas foram encontradas entre as partes solo e termiteiro, em todas as áreas, no outono e no inverno. Para as áreas de pasto formado e nativo, no verão e inverno, não foram observadas diferenças significativas entre o solo e o termiteiro.

O menor valor para fração ácidos húmicos (AH), $0,24 \text{ g kg}^{-1}$, foi observado no solo da área de

pasto não manejado, no outono, e o maior valor, de $20,46 \text{ g kg}^{-1}$, na área de eucalipto, na primavera (Tabela 4). Comparando-se as partes do solo e o termiteiro, diferenças significativas foram verificadas em todas as áreas e estações.

Para a fração humina (HUM), o maior valor foi constatado nos termiteiros, com $84,82 \text{ g kg}^{-1}$ para o eucalipto, na primavera (Tabela 5), e o menor valor, de $6,20 \text{ g kg}^{-1}$, no solo do pasto formado, no verão. Para esta fração, também foram observadas diferenças significativas em todas as áreas e estações entre a parte central do termiteiro e o solo adjacente.

Tabela 2. Valores médios da fração ácido fúlvico livre (FAFL), expressos em g kg^{-1} , encontrados nas diferentes áreas e épocas amostradas.

Table 2. Mean values of free fulvic acid fraction (FFAF), g kg^{-1} , in the different areas and studied times.

Estações	Local	Pasto Formado	Pasto não Manejado	Área de Eucalipto
Verão	Solo ¹	0,42 bA	0,62 aA	0,78 bA
	Termiteiro ²	1,24 aA	0,88 aA	1,54 aA
Outono	Solo ¹	1,28 bA	1,08 aA	1,54 aA
	Termiteiro ²	2,16 aA	1,00 aA	0,90 bA
Inverno	Solo ¹	0,58 bA	0,54 bA	1,00 bA
	Termiteiro ²	1,24 aB	1,18 aB	4,04 aA
Primavera	Solo ¹	0,34 bA	0,46 bA	0,68 bA
	Termiteiro ²	1,84 aB	1,58 aB	3,02 aA

Valores seguidos de letras maiúsculas iguais na mesma linha e letras minúsculas iguais na mesma coluna, dentro de cada época, não diferem significativamente pelo teste de Tukey no nível de 5%. ¹Amostra coletada na profundidade 0-5 cm no solo. ²Amostra coletada no centro do termiteiro.

Tabela 3. Valores médios da fração ácido fúlvico (FAF), expressos em g kg^{-1} , encontrados nas diferentes áreas e épocas amostradas.

Table 3. Mean values of acid fulvic fraction (AFF), g kg^{-1} , in the different areas and studied times.

Estações	Local	Pasto Formado	Pasto não Manejado	Área de Eucalipto
Verão	Solo ¹	1,24aA	1,24aA	1,18bA
	Termiteiro ²	1,32aA	2,20aA	2,56aA
Outono	Solo ¹	0,68bA	1,18bA	1,00bA
	Termiteiro ²	5,06aA	3,90aAB	3,26aB
Inverno	Solo ¹	1,48aA	1,84aA	1,90aA
	Termiteiro ²	2,68aB	1,54aB	4,88bA
Primavera	Solo ¹	0,44bA	0,80bA	1,18bA
	Termiteiro ²	6,22aA	6,08aA	5,36aA

Valores seguidos de letras maiúsculas iguais na mesma linha e letras minúsculas iguais na mesma coluna, dentro de cada época, não diferem significativamente pelo teste de Tukey no nível de 5%. ¹Amostra coletada na profundidade 0-5 cm no solo. ²Amostra coletada no centro do termiteiro.

Verificou-se que as frações húmicas seguiram o mesmo padrão do carbono orgânico total, avaliado na maioria dos trabalhos encontrados na literatura (Kaschuk et al., 2006; Santos, 2002; Peres Filho, 1990; Holt, 1987; Bandeira, 1985; Lee & Wood, 1971). Ou seja, apresentaram maiores teores nos termiteiros quando comparados aos do solo adjacente. Os valores mais elevados de carbono, nas suas diferentes frações, no centro dos termiteiros, devem-se ao fato de os térmitas usarem materiais, como sua própria saliva e fezes, para cimentar as partículas do solo, durante a construção dos ninhos.

Os resultados indicam que o termiteiro apresenta substâncias húmicas com maior grau de polimerização e a qualidade do material,

provavelmente, está relacionada com a atividade biológica na construção dos ninhos dos cupins.

Garnier-Sillam & Harry (1995), analisando a estrutura e o funcionamento de substâncias húmicas em dois gêneros de térmitas construtores de montículos que forrageiam no solo, encontraram que o material da fração ácido fúlvico extraído difere daqueles encontrados na camada do solo (1-10 cm). Os autores relatam que os montículos contêm pouco material orgânico leve, comparado com o solo, e têm uma taxa de AH/AF de aproximadamente 1,5, o que reflete o fato de conterem mais substâncias húmicas. A análise estrutural das substâncias fúlvicas e húmicas mostra maior reatividade do material biológico dos montículos, o que pode refletir em maior estabilidade estrutural deste material.

Tabela 4. Valores médios da fração ácido húmico (FAH), expressos em g kg^{-1} , encontrados nas diferentes áreas e épocas amostradas.

Table 4. Mean value of acid humic fraction (AHF), g kg^{-1} , in the different areas and studied times

Estações	Local	Pasto Formado	Pasto não Manejado	Área de Eucalipto
Verão	Solo ¹	0,48bA	0,54bA	0,96aA
	Termiteiro ²	5,86aA	7,08aA	4,42aA
Outono	Solo ¹	0,64bA	0,24bA	0,80bA
	Termiteiro ²	5,30aA	8,68aA	7,22aA
Inverno	Solo ¹	1,04bA	0,86bA	1,28bA
	Termiteiro ²	10,44aA	13,00aA	10,28aA
Primavera	Solo ¹	0,94bA	0,44bA	1,42bA
	Termiteiro ²	15,40 aB	14,56aB	20,46aA

Valores seguidos de letras maiúsculas iguais na mesma linha e letras minúsculas iguais na mesma coluna, dentro de cada época, não diferem significativamente pelo teste de Tukey no nível de 5%. ¹Amostra coletada na profundidade 0-5 cm no solo. ²Amostra coletada no centro do termiteiro.

Tabela 5. Valor médio da fração humina (HUM), expresso em g kg^{-1} , encontrado nas diferentes áreas e épocas amostradas.

Table 5. Mean value of humine fraction (HUM), g kg^{-1} , in the different areas and studied times.

Estações	Local	Pasto Formado	Pasto não Manejado	Área de Eucalipto
Verão	Solo	6,20bA	7,64bA	8,26bA
	Termiteiro	69,36aA	60,36aA	58,00aA
Outono	Solo	6,68bA	7,78bA	7,04bA
	Termiteiro	56,18aA	42,86aA	57,22aA
Inverno	Solo	7,68bA	7,56bA	8,68bA
	Termiteiro	42,16aB	68,06aA	69,54aA
Primavera	Solo	10,98bA	11,44bA	12,42bA
	Termiteiro	74,58aA	60,92aA	84,82aA

Valores seguidos de letras maiúsculas iguais na mesma linha e letras minúsculas iguais na mesma coluna, dentro de cada época, não diferem significativamente pelo teste de Tukey no nível de 5%. ¹Amostra coletada na profundidade 0-5 cm no solo. ²Amostra coletada no centro do termiteiro.

Tabela 6. Valores médios da relação AH/AF.**Table 6.** Mean values of AH/AF rate.

	AH/AF			
	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Pasto Formado				
Solo ¹	0,38	0,95	0,68	2,04
Termiteiro ²	4,45	1,05	3,86	2,47
Pasto não manejado				
Solo ¹	0,42	0,23	0,47	0,56
Termiteiro ²	3,20	2,21	8,29	2,39
Eucalipto				
Solo ¹	0,82	0,82	0,67	2,04
Termiteiro ²	1,70	2,21	2,10	2,47

¹Amostra coletada na profundidade 0-5 cm no solo. ²Amostra coletada no centro do termiteiro.

A relação AH/AF indica qualidade do material humificado. Na Tabela 6, são apresentados os valores desta relação para as áreas estudadas; observa-se que o valor variou de 0,23 no solo de pasto não manejado, no verão, a 8,29 em termiteiros de pasto não manejado, no inverno. Na literatura, encontra-se que relação próxima de 1,0 caracteriza material mais estável, que contém mais substâncias húmicas. De maneira geral, o centro do termiteiro apresentou maiores valores, sendo que, na área de eucalipto, foram observados, em média, menores valores, possivelmente refletindo a qualidade de material, completamente diferente das outras áreas que são as de pastagens.

O carbono, na forma estruturalmente mais estável, contribui para a melhoria das propriedades físicas e químicas do solo. Após a destruição do termiteiro, o material humificado estará disponível outra vez ao solo, contribuindo para ciclagem de nutrientes no ambiente.

Comparando-se os resultados do fracionamento do carbono entre as partes amostradas – centro do termiteiro e a profundidade 0-5 cm do solo –, observa-se que, de maneira geral, a maior parte do carbono encontra-se na fração humina, em que os teores são aproximadamente dez vezes maiores.

Com o objetivo de elucidar as propriedades do material que compõe os termiteiros mais comuns, que são encontrados na floresta tropical amazônica, Amelung et al. (2002) analisaram as potenciais fontes

de alimentos destes animais. Foram estudadas as características da lignina e a densidade das frações em termiteiros de seis diferentes gêneros de térmitas. Os autores constataram que os ninhos de térmitas contêm 7,3 a 22 vezes mais carbono, 14 a 220 vezes mais lignina e 5,6 a 260 vezes mais material de fração leve do que a superfície do solo (0-10 cm). Entre os diferentes termiteiros, a densidade das partículas aumenta na seguinte ordem: *Nasutitermes* sp. < *Cornitermes* sp. < *Termes* sp. < *Embiratermes* sp. < *Anoplotermes* sp. (< solo) e, nesta mesma sequência, observa-se a redução do conteúdo de lignina fenólica, concluindo que as variações nas características da lignina e da densidade das frações nos termiteiros refletem as diferenças dos grupos alimentares aos quais as espécies pertencem.

5. CONCLUSÕES

A construção de montículos por *Cornitermes cumulans* resulta em maior incorporação, no centro dos termiteiros, de carbono nas suas diferentes frações (ácidos fúlvicos livres, ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e humina), e em maior biomassa microbiana.

Os térmitas promovem uma maior estabilização do material orgânico, o que pode ser constatado pelos maiores valores da fração humina no centro do termiteiro.

STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 11/09/2012

Aceito: 15/07/2013

Publicado: 31/12/2013

AUTOR(ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

Liane Barreto Alves Pinheiro

Departamento de Recursos Naturais, Diretoria de Geociências, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Av. República do Chile, 500, 15º andar, Centro, CEP 20031-170, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
e-mail: lianeb@utfpr.edu.br

Marcos Gervasio Pereira

Departamento de Solos, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, BR 465, Km 7, CEP 23890-000, Seropédica, RJ, Brasil
e-mail: gervasio@ufrj.br

Eduardo Lima

Departamento de Solos, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, BR 465, Km 7, CEP 23890-000, Seropédica, RJ, Brasil
e-mail: ardolima@terra.com.br

Maria Elizabeth Fernandes Correia

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, BR 465, Km 47 CEP 23851-970, Seropédica, RJ, Brasil
e-mail: ecorreia@cnpab.embrapa.br

Adierson Gilvani Ebeling

Centro Estadual de Pesquisa em Desenvolvimento Rural Sustentável, Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro, Estrada do Horto, Km 3 (Antiga Macaé Glicério), Aroeira, CEP 27910-970, Macaé, RJ, Brasil
e-mail: adiersonge@gmail.com

REFERÊNCIAS

Ackreman L, Teixeira G, Riha S, Lehmann J, Fernandes E. The impact of mound- building termites on surface soil properties in a secondary forest of Central

Amazonia. *Applied soil ecology* 2007; 37: 267-276. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2007.08.005>

Adekeyode FO, Ogunkoya MO. Comparative study of clay and organic matter content of termite mounds and the surrounding soils. *African Crop Science Conference Proceedings* 2009; 9: 379-384.

Amelung W, Matrius C, Bandeira AG, Garcia MVB, Zech W. Lignin characteristics and density fractions of termite nest in an Amazonian rain forest – indicators of termite feeding guilds?. *Soil Biology & Biochemistry* 2002; 34: 367-372. [http://dx.doi.org/10.1016/S0038-0717\(01\)00192-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0038-0717(01)00192-4)

Bandeira AG. Cupinzeiros como fonte de nutrientes em solos pobres da Amazônia *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Zoologia* 1985; 2(1): 39-48.

Batalha LS, Silva DF Fº, Martius C. Using termite nests as a source of organic matter in agrosilvicultural production systems in Amazonia. *Scientia Agricola* 1995; 52(2): 318-325. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161995000200019>

Brasil. Ministério das Minas e Energia. Secretária Geral. Projeto RADAMBRASIL. *Levantamentos dos Recursos Naturais*. Rio de Janeiro; 1983. Folhas SF 23/24, v. 32.

Constantino R. Catalog of the termites of the New World. *Arquivos de Zoologia* 1998; 35(2): 135-230.

Constantino R. Chave ilustrada dos gêneros de cupim (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. *Papeis Avulsos de Zoologia* 1999; 40(925): 387-448.

Cosenza GW, Carvalho MM. Controle e nível de dano do cupim de montículo em pastagens. *Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia* 1974; 3(1): 1-12.

Costa DA, Carvalho RA, Lima GF Fº, Brandão D. Inquilines and Invertebrate Fauna Associated with Termite Nests of *Cornitermes* cumulans (Isoptera, Termitidae) in the Emas National Park, Mineiros, Goiás, Brazil. *Sociobiology* 2009; 53: 443-453.

Cunha HF, Moraes PPAM. Relação espécie-área em cupinzeiros de pastagem, Goiânia-GO, Brasil. *EntomoBrasilis* 2010; 3: 60-63.

Cunha HF. Distribuição Espacial de Cupinzeiros Epigeos de Pastagem no Município de Iporá-GO, Brasil. *EntomoBrasilis* 2011; 4(2): 45-48.

Czepak C, Araújo EA, Fernandes PM. Ocorrência de espécies de cupins de montículo em pastagens no Estado de Goiás. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 2003; 33: 35-38.

Demattê JAM, Mafra AL, Bernardes FF. Comportamento espectral de materiais de solos e de estruturas biogênicas associadas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 1998; 22: 621-630.

Diaye DN, Duponnois R, Brauman A, Lepage M. Impact of a soil feeding termite, *Cubitermes niokoloensis*,

- on the symbiotic microflora associated with a fallow leguminous plant *Crotalaria ochroleuca*. *Biology and Fertility of Soils* 2003; 37(5): 313-318.
- Dutra CC, Galbiati C. Comportamento de Formigas (Hymenoptera: Formicidae) Inquilinas de Cupins (Isoptera: Termitidae) em Pastagem. *EntomoBrasilis* 2009; 2(2): 37-41.
- Egler I. *Importância dos cupinzeiros de Procornitermes araujoi (Isoptera, Termitidae) na ciclagem de nutrientes em um cerrado de Brasília* [dissertação]. Brasília: Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília; 1984. PMid:6488697.
- Embrapa. *Manual de métodos de análises de solo*. 2nd ed. Rio de Janeiro: Embrapa; 1997.
- Fernandes, PM, Czepak C, Veloso RSV. Cupins de montículos em pastagens: prejuízo real ou praga estética?. In: Fontes LR, Berti-Filho E, editor. *Cupins: O desafio do conhecimento*. Piracicaba: Fealq; 1998.
- Ferreira EVO, Martins V, Inda AV Jr, Giasson E, Nascimento PC. Ação dos térmitas no solo. *Ciência Rural* 2011; 41(5): 804-811. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011005000044>
- Forti LC, Andrade ML. Populações de Cupins. In: Berti E Fº, Fontes LR, editor. *Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins*. Piracicaba: Fealq; 1995.
- Garnier-Sillam E, Harry M. Distribution of humic compounds in mounds of some soil-feeding termite species of tropical rainforests: its influence on soil structure stability. *Insectes Sociaux* 1995; 42(2): 167-185. <http://dx.doi.org/10.1007/BF01242453>
- Gholami A, Riazi F. Impact of Termite Activity on Physical and Chemical Properties. *Journal Basic Applied Science Research* 2012; 2(6): 5581-5582.
- Holt JA, Coventry RJ, Sinclair DF. Some aspects of the biology and pedological significance of mound-building termites in a red and yellow earth landscape near Charters Towers, north Queensland. *Australian Journal of Soil Research* 1980; (18): 97-109. <http://dx.doi.org/10.1071/SR9800097>
- Holt JA, Coventry RJ. Nutrient cycling in Australian savannas. *Journal Biogeography* 1990; 17: 427-432. <http://dx.doi.org/10.2307/2845373>
- Holt JA, Lepage M. Termites and soil properties. In: Abe I, Bignell D, Matsumoto T, editor. *Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. Netherlands; 2000.
- Holt JA. Carbon mineralization in semiarid northeastern Australia: The role of termites. *Journal of Tropical Ecology* 1987; 3: 255-263. <http://dx.doi.org/10.1017/S0266467400002121>
- Holt JA. Microbial activity in the mounds of some Australian termites. *Applied Soil Ecology* 1998; 9: 183-187. [http://dx.doi.org/10.1016/S0929-1393\(98\)00073-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0929-1393(98)00073-0)
- Kaschuk G, Santos JCP, Almeida JA, Sinhorati DC, Berton-Junior JF. Termite activity in relation to natural grassland soil attributes. *Scientia Agricola* 2006; 63(6): 583-588. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162006000600013>
- Lee KE, Wood TG. *Termites and Soils*. Academic Press. London; 1971.
- Lima SS, Alves BJR, Aquino AM, Mercante FM, Pinheiro EFM, Sant'Anna SAC, et al. Relação entre a presença de cupinzeiros e a degradação de pastagens. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 2011; 46(12): 1699-1706. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011001200016>
- Meiklejohn J. Microbiological studies on large termite mounds. *Rhode Zambia Malawi Journal Agriculture Research* 1965; 3: 67-79.
- Mohindra P, Mukerji KG. Fungal Ecology of termite mounds. *Revue D'ecologie et de Biologie du Sol* 1982; 19 (3): 351-361.
- Oliveira MIL, Brunet D, Mitja D, Cardoso WS, Benito NP, Guimarães MF, et al. Incidence of epigeal nest-building termites in *Brachiaria* pastures in the Cerrado. *Acta Scientiarum. Agronomy* 2011; 33(1): 181-185.
- Peres Filho O, Salvadori JR, Sanches G, Nakano O, Terán FO. Componentes do material utilizado na construção do termiteiro do cupim-de-montículo (Isoptera: Termitidae). *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 1990; 25(2): 167-171.
- Peres Filho O, Souza JC, Souza MD, Dorval A. Distribuição espacial de cupinzeiros de *Cornitermes snyderi* (Isoptera: Termitidae) e sua associação com teca. *Pesquisa Florestal Brasileira* 2012; 32(70): 59-66. <http://dx.doi.org/10.4336/2012.pfb.32.70.59>
- Redford KH. The Termitaria of *Cornitermes cumulans* (Isoptera, Termitidae) and their role in determining a potencial keystone species. *Biotropica* 1984; 16(2): 112-119. <http://dx.doi.org/10.2307/2387842>
- Santos GA. *Métodos de extração e dosagem das frações húmicas dos solos*. Itaguai, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Departamento de Solos, 1986. 18p.
- Santos JCP. Ação dos térmitas em algumas propriedades químicas, físicas e mineralógicas do solo. In: *Anais do XX VI Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas* [CD-ROM]; 2002. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. UFRJ.
- Sarcinelli TS, Schaefer CEGR, Lynch L, Arato H, Viana J, Albuquerque M Fº, et al. Chemical, physical and micromorphological properties of termite mounds and adjacent soils along a toposequence in Zona da Mata, Minas Gerais State, Brazil. *Catena* 2009; 76: 107-113. <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2008.10.001>
- Sastriques FO. *La materia orgánica de los suelos y el humus de los suelos de Cuba*. La Habana: Academia de Ciencias de Cuba; 1982. 126 p.

- Semhi K, Chaudhuri S, Clauer N, Boeglin JL. Impact of termites activity on soil environment: A perspective from their soluble chemical components. *International Journal of Environmental Science and Technology* 2008; 5(4): 431-444. <http://dx.doi.org/10.1007/BF03326039>
- Singh UR, Singh J, Singh ID. Microbial association with the termites in a tropical deciduous forest at Varanasi. *Tropical Ecology* 1978; 19: 163-173.
- Spain AV, Gordon V, Reddell P. *Ectomicorrhizal fungi in the mounds and other constructs of tropical Australian termites (Isoptera)* CSIRO Land and Water. 1998. 15 p. Technical Report 25.
- Valério JR. *Cupins-de-montículo em pastagens*. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte; 2006. 33 p.
- Vance ED, Brookes PC, Jenkinson DS. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry* 1987; 19: 703-707. [http://dx.doi.org/10.1016/0038-0717\(87\)90052-6](http://dx.doi.org/10.1016/0038-0717(87)90052-6)
- Waldemar CC, Irgang BEA. Ocorrência do mutualismo facultativo entre *Dyckia maritima* backer (bromeliaceae) e o cupim *Cortaritermes silvestrii* (holmgren), nasutitermitinae, em afloramentos rochosos no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS. *Acta Botânica brasileira* 2003; 17(1): 37-48. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062003000100004>
- Yamashina C. Interactions between termite mounds, trees, and the zemba people in the mopane savanna in northwestern Namibia. *African Study Monographs* 2010; 40: 115-128.