



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA**



LEONNY DA SILVA SANTOS

**COLONIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DE ARTRÓPODES EM UM
SISTEMA AGROFLORESTAL TROPICAL**

ILHÉUS-BAHIA

2015

LEONNY DA SILVA SANTOS

**COLONIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DE ARTRÓPODES EM UM
SISTEMA AGROFLORESTAL TROPICAL**

**Dissertação apresentada para
obtenção do título de mestre em
Zoologia à Universidade Estadual de
Santa Cruz.**

**Área de concentração: Zoologia
Aplicada.**

**Orientador: Prof. Jacques H.C. Delabie.
Coorientadora: Gabriela Castaño-
Menezes.**

ILHÉUS-BAHIA

2015

S237 Santos, Leonny da Silva.
Colonização e distribuição vertical de artrópodes em um sistema agroflorestal tropical / Leonny da Silva Santos. – Ilhéus : UESC, 2015.
59f. : il.
Orientador : Jacques H. C. Delabie.
Coorientadora : Gabriela Castão-Menezes
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-graduação em Zoologia.
Inclui referências.

1. Artrópodes - Distribuição vertical – Florestas tropicais.
2.Sistema agroflorestal. 3. Zoologia (invertebrado) – Artrópodes
I. Delabie, Jacques. II. Castão-Menezes, Gabriela. III. Título.
CDD - 595

LEONNY DA SILVA SANTOS

COLONIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DE ARTRÓPODES EM UM SISTEMA
AGROFLORESTAL TROPICAL

Ilhéus, 13/03/2015.



Jacques H. C. Delabie – PhD.
UESC/CEPLAC/BA
(Orientador)



Douglas Zeppelini – Dr.
UEPB/PB



Mirco Solé Kienle – Dr.
UESC/BA

À minha família, aos amigos do peito e a pessoas mais que especiais (Jacques Delabie e Gabriela Castaño-Meneses) que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu cumprisse mais esta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Zoologia, da Universidade Estadual de Santa Cruz e à FAPESB, pela oportunidade de realização do mestrado e pela bolsa de apoio científico.

Ao Prof. Dr. Jacques H. C. Delabie, pela orientação, pela amizade, por ser um “paizão” e pelo apoio. Sem você nestes últimos anos de estudo, sem o seu incentivo eu não seria nada.

A Prof. Dr. Gabriela Castaño-Meneses, pela coorientação e também pela amizade e pelo apoio. É de coração que agradeço pela disponibilidade e total ajuda.

Ao Centro de Pesquisa Cacau e a Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPEC/CEPLAC) pela disponibilização da área de coleta e pelo Laboratório de Mirmecologia.

Ao Uébis (Wesley Da Rocha) pela total ajuda em campo e nas análises estatísticas. Quebrou muito meu galho nesta etapa em que finalizo. MUITÍSSIMO obrigado!

Aos meus familiares, em especial, minha Mãe Ediane e minha Avó Orenice, que sempre me incentivou dando maior apoio a esta conquista e a muitas outras.

Aos amigos, pelos bons momentos. A Iasmyn, Greicy e João Paulo, amigos que trilharam comigo este caminho, pois sabemos o quanto foi árduo nossa caminhada, obrigado pelos conselhos, dicas e puxões de orelha.

Aos companheiros (as) de laboratório, Zé Raimundo, Crispim, Profa. Cléa, Ana Flávia, Karina, Thamy, Roberta, Juliana Martins e Thalles (os membros de coração). E em especial, ao senhor José Abade[†], que transmitiu conhecimento por onde andava e sempre será um ícone de boa vontade e sabedoria. Obrigado seu Zé!

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-graduação em Zoologia, pelos ensinamentos e pela convivência.

Ao meu grande e eterno amigo Max de Menezes[†], pelas dicas e ensinamentos.

E a força Divina, sem distinção, que me deu força, coragem e o sopro da vida.

Muito Obrigado!

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

Charles Chaplin

COLONIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DE ARTRÓPODES EM UM SISTEMA AGROFLORESTAL TROPICAL

RESUMO

Estudos apontam uma alta diversidade de artrópodes que pode ser encontrada nos estratos mais elevados e copas das árvores das florestas tropicais. No entanto, nossa compreensão do funcionamento desta comunidade em florestas tropicais ainda é muito pequena, principalmente acerca do papel no processo de decomposição ocorrentes nesses estratos. Este estudo visa caracterizar a comunidade de artrópodes associada ao processo de decomposição da serapilheira em três períodos (15, 30 e 60 dias) e ao longo de um gradiente vertical em um sistema agroflorestal tropical. Com o uso de bolsas de decomposição, foi coletado um total de 656 artrópodes, distribuídos entre 102 espécies/morfoespécies, pertencentes às classes Diplopoda, Chilopoda, Malacostraca, Arachnida, Collembola e Insecta. Os grupos com maiores frequências foram Collembola, Insecta e Acari (Arachnida). Para Acari foram encontrados 120 indivíduos. Para Collembola, 347 indivíduos foram coletados, pertencentes às famílias Brachystomellidae, Entomobryidae, Isotomidae, Neelidae, Onychiuridae, Paronellidae e Sminthuridae. Entre os insetos, apenas as ordens Formicidae e Coleoptera obtiveram abundâncias expressivas. Para as demais ordens, assim como para as classes Diplopoda, Chilopoda e Malacostraca, os valores encontrados foram baixos. No estudo do gradiente vertical de diversidade, foi observado que abundância e riqueza são inversamente correlacionadas à altura. Foi verificado um padrão no aumento no número de indivíduos das classes de artrópodes encontradas colonizando as armadilhas em função do tempo de permanência das bolsas em campo. Este experimento mostrou que o período de 60 dias é muito curto para estimar a perda de massa por decomposição e caracterizar adequadamente a fauna de decompositores em um sistema agroflorestal tropical.

Palavras-chave: Decomposição, derruba total, mesofauna.

COLONIZATION AND VERTICAL DISTRIBUTION of ARTHROPODS IN AN TROPICAL AGROFORESTRY SYSTEM

ABSTRACT

Research indicates the great diversity of arthropods that can be found on the upper strata and treetops of tropical forests. However, our understanding about the function of these communities on tropical forests is still very poor, especially about their role in the decomposition process what happens in these strata. This study aimed characterizing the arthropod community associated with the decomposition process in three periods (15, 30 and 60 days) and along a vertical gradient in a tropical agroforestry system. Using decomposition bags, 656 invertebrates were collected, distributed among 102 species/morphospecies, belonging to the classes Diplopoda, Chilopoda, Malacostraca, Arachnida, Collembola and Insecta. The classes with higher frequencies were Collembola, Insecta and Arachnida. 120 individuals of Acari were found. 347 individuals of Collembola were collected, belonging to the families Brachystomelidae, Entomobryidae, Isotomidae, Neelidae, Onychiuridae, Paronellidae and Sminthuridae. Between the insects, Coleoptera and Formicidae only showed significant abundances. For other orders, such as Diplopoda, Chilopoda and Malacostraca, the values were low. In the study of the vertical gradient of diversity, it was observed that abundance and richness are inversely correlated with height. A pattern in the increase of the number of individuals of arthropod classes found colonizing the traps depending on their permanence time in the field was verified. This experiment showed that a 60 days period is too short to allow estimating the mass loss due to decomposition and adequately characterize the decomposer fauna in a tropical agroforestry system.

Keywords: Decomposition, *derruba total*, mesofauna.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT	viii
INTRODUÇÃO GERAL	1
ARTIGO.....	12
Resumo	13
Abstract	14
1.Introdução	15
2.Material e métodos.....	17
2.1.Área de estudo	17
2.2.Amostragem	18
2.2.1.Bolsa de decomposição	18
2.2.2.Obtenção da serapilheira	18
2.2.3.Instalação e coleta das bolsas	19
2.2.4.Extração dos artrópodes	21
2.3.Preparação e identificação dos espécimes	21
2.3.1.Colêmbola	21
2.3.2.Ácaros	22
2.3.3.Outros artrópodes	22
2.3.4.Identificação taxonômica	22
2.4.Análise dos dados	22
2.4.1.Perda de massa	22
2.4.2.Análises estatísticas	23
3.Resultados	25
3.1.Perda de massa	25
3.2.Frequência por etapas de decomposição e gradiente vertical, sucessão e colonização dos grupos.....	25

3.3.Riqueza, abundância e composição.....	27
4.Discussão.....	44
CONCLUSÃO GERAL	49
AGRADECIMENTOS	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

Introdução Geral

Os sistemas agroflorestais (ou SAFs) são uma categoria de agroecossistemas que combinam espécies lenhosas perenes e cultivos agrícolas e/ou criações de animais domésticos em diferentes arranjos espaciais ou temporais (NAIR, 1993). Os SAFs fazem, a princípio, um uso mais eficiente dos recursos naturais e contribuem para a conservação dos recursos naturais, oferecendo maiores oportunidades para o alcance de sustentabilidade em relação aos monocultivos (SCHROTH et al., 2004; DAHLQUIST et al., 2007).

No Sul da Bahia, o cultivo do cacau era tradicionalmente feito até a década de 1950 em consórcio com a floresta nativa. Esse sistema é chamado cacau cabruca, e consiste em fazer o raleamento do sub-bosque onde o cultivo do cacaueiro irá ser implementado, mantendo algumas árvores nativas de grande porte para fornecer sombra aos cacaueiros (BONDAR, 1938). Tal sistema foi fundamental, historicamente, para a manutenção de ilhas de vegetação nativa de Mata Atlântica na região, constituindo assim um instrumento para a conservação da vegetação na região (FRANCO et al., 1994; GOODLAND, 1997; SAMBUICHI, 2002; SCHROTH et al., 2004). Também para a conservação das propriedades físicas e biológicas do solo, por evitar a erosão e lixiviação, e manter uma camada de matéria orgânica, diminuindo a quantidade de insumos (FRANCO et al., 1994; SAMBUICHI, 2002).

O sistema cacau cabruca era o predominante na região, até que em meados dos anos 70, a CEPLAC, criada em 1957 para estimular a lavoura de cacau, provocou a mudança do sistema cacau cabruca para um sistema de cultivo mais intensivo e danoso ao meio ambiente, chamado de derruba total, com o intuito de

aumentar a produtividade dos cacaueiros na região (ALVIM, 1976; MANDARINO, 1979; VIRGENS; ALVIM; ARAÚJO, 1989; MÜLLER; GAMA-RODRIGUES, 2007). O método denominado 'derruba total' passou a ser promovido no sudeste da Bahia pela CEPLAC, principal instituição de pesquisa e extensão da região na segunda metade do século XX. Na implantação desse sistema, efetuava-se primeiramente a roçagem da vegetação rasteira, para depois derrubar todas as árvores existentes na área, normalmente ocupada por floresta ou capoeira (GRAMACHO et al., 1992). Esperava-se de 30 a 60 dias para queimar a vegetação derrubada (MANDARINO; SANTOS, 1978). Em seguida, realizava-se o balizamento para o plantio do cacau e do sombreamento provisório e definitivo. Este último era homogêneo, sendo constituído, respectivamente, pela bananeira (*Musa paradisiaca* L., 1753, Musaceae) e por árvores leguminosas de rápido crescimento do gênero *Erythrina* (*Erythrina* spp., Fabaceae) (MANDARINO; SANTOS, 1978).

Estima-se que mais de 150 mil hectares de cacaueiros tenham sido plantados com esse método entre os anos 1968 e 1972 (ALVIM, 1977). Entre 1976 e 1985, em razão de preços favoráveis do cacau, a CEPLAC, em conjunto com o Banco do Brasil e outros órgãos governamentais nacionais, implementaram o Programa de Diretrizes para Expansão da Cacaucultura Nacional (PROCACAU), cujo propósito era expandir o cultivo do cacau em vários estados do Brasil, aumentar a produtividade dos cacauais e renovar os cacauais em decadência na Bahia (ROSÁRIO et al., 1978; MENDES, 2000).

No final da década de 1980, porém, com os preços do cacau em baixa e a propagação sem antecedentes do fungo vassoura-de-bruxa nos cacaueiros no sul da Bahia, a cacaucultura se viu numa crise que perdura até hoje. O próprio sistema

derruba total contribuiu para a situação de crise no setor: com os preços em baixa, os produtores não tinham dinheiro para investir nas plantações, altamente dependentes de insumos e manutenção, levando assim ao abandono dos cacauais e consequente explosão da incidência da vassoura-de-bruxa na região. O sistema de cacau cabruca, embora não esteja imune a esses problemas, caracterizou-se por uma persistência histórica devida em parte à sua capacidade de recuperação natural após intervalos de crise conjuntural (ALGER, 1998; TREVIZAN; MARQUES, 2002; RAMOS; MARTINS, 2007; SEI, 2008).

Ecologicamente, o sistema de cacau cabruca apresenta contribuição efetiva para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica (DELABIE et al., 2007). O emprego deste sistema de cultivo é um componente importante da paisagem da região, em que permitiu a conservação de grande quantidade de espécies de árvores nativas, além de preservar as características originais dos solos da Mata Atlântica (ALGER; CALDAS, 1994; JOHNS, 1999; SAMBUICHI, 2002).

O mosaico regional formado pelos remanescentes florestais e cacauais traz possibilidades interessantes de manejo da paisagem, tendo em vista a estratégia de implantação de corredores ecológicos na esfera federal (SAMBUICHI, 2002; CASSANO et al., 2009). Os conservacionistas argumentam que, as agroflorestas de cacau podem ser usadas para sustentar tanto os meios de subsistência de pequenos agricultores e benefícios ecológicos, quanto a conservação da biodiversidade em paisagens tropicais dominadas pelo homem (CLOUGH et al., 2009).

Embora sejam sensíveis à degradação do habitat original, os organismos presentes no sistema cacau cabruca demonstram boa capacidade de adaptação à lavoura, desde que condições mínimas de conectividade entre remanescentes florestais, disponibilidade de recursos, e heterogeneidade estrutural dentro das plantações, sejam respeitadas (DELABIE et al., 2007; 2011). No sistema de derruba total, há uma grande utilização de insumos que, embora resultasse num aumento considerável de produtividade, também aumentava, quando era implantado, o índice de desmatamento e degradação ambiental da região, o que não freou a sua crescente utilização pelos produtores de cacau (WOOD; LASS, 1985; NASCIMENTO, 1994; MÜLLER; GAMA-RODRIGUES, 2007).

Processo de decomposição ao nível do solo

O processo de decomposição é um dos processos mais importantes da ciclagem de nutrientes nos ecossistemas terrestres e aquáticos (MONTAGNINI; JORDAN, 2002). Este processo é definido como a desintegração gradual da matéria orgânica morta até que sua estrutura não possa mais ser reconhecida e que moléculas orgânicas complexas sejam fragmentadas em dióxido de carbono, água e componentes minerais (SWIFT, 1979; MASON, 1980; ABER; MELILLO, 1991). As informações que existem a respeito da decomposição são bem maiores ao nível do solo do que na copa das árvores. Por isso, estamos desenvolvendo essa abordagem sobre decomposição começando pelos solos tropicais.

O solo é considerado o ecossistema mais complexo e dinâmico do Planeta, cuja heterogeneidade de habitats abriga enorme biodiversidade que desempenha

papel essencial para a continuidade dos processos da biosfera e para a existência da vida (EIJSACKERS; ZEHNDER, 1990).

A produção e decomposição da serapilheira são processos fundamentais do fluxo de matéria orgânica e de nutrientes da vegetação para a superfície do solo, sendo vitais para o funcionamento do ecossistema, tendo um papel importante na dinâmica das florestas tropicais (ABER; MELILLO, 1991). A taxa de decomposição da serapilheira depende das condições climáticas, edáficas, composição química e atividade dos organismos do solo, além da composição e características da mesma (MASON, 1980; SEASTEDT, 1984; SMITH; BRADFORD, 2003). No entanto, a importância relativa destes fatores difere em escalas de tempo e espaço (LAVELLE et al., 1993). Estudos avaliam o papel da serapilheira e dos organismos do solo como fatores determinantes na sua decomposição, observando a variação da taxa de decomposição, bem como a variação dos organismos (AERTS, 1997; HENEGHAN et al., 1999).

Apesar de identificados alguns padrões gerais quanto à importância dos fatores determinantes no processo de decomposição, essa importância é muito variável, principalmente na região tropical (ANDERSON; SWIFT, 1983). Nas regiões tropicais úmidas, as taxas de decomposição são intensamente influenciadas por fatores bióticos, e dessa forma não podem ser explicadas apenas pelos fatores ambientais e qualidade da serapilheira isoladamente (GONZÁLEZ; SEASTEDT 2001). Os organismos do solo, por exemplo, em conjunto com diversos fatores, fazem com que esta decomposição seja acelerada ou retardada (ATTIGNON, 2004).

Embora os fungos e bactérias sejam diretamente responsáveis pela maior parte da quebra da matéria orgânica – os responsáveis pela quebra das moléculas que inicia o processo de decomposição, sabe-se que um conjunto de outros organismos, como anelídeos e artrópodes influenciam fortemente a atividade de decomposição – por sua ação como fragmentadores da matéria (SEASTED, 1984). Esses organismos pertencentes à fauna do solo são denominados coletivamente de decompositores.

A fauna do solo é constituída por organismos que passam toda ou parte de sua vida na superfície do solo, em troncos apodrecidos, na serapilheira ou sob a superfície do solo, que vão desde animais microscópicos aos vertebrados de médio porte (LAVELLE et al. 1994). Estes organismos apresentam características adaptativas a um ambiente compacto, com baixa concentração de oxigênio e luz, alguns espaços abertos, baixa disponibilidade e qualidade dos alimentos. Possuem o papel de fragmentar a matéria orgânica e catalisar a ação dos organismos decompositores, além de ampliar os limites de ação dos decompositores ao auxiliar na distribuição horizontal e vertical da matéria orgânica (SANTOS; WHITFORD, 1981).

A classificação destes grupos de organismos tem base no tamanho do animal adulto em três grupos: micro, meso e macro fauna (SWIFT et al.,1979). A microfauna consiste em animais aquáticos encontrados entre partículas do solo com menos de 0,2 mm de comprimento e incluem, principalmente: protozoários, rotíferos e nematóides. O segundo grupo, a mesofauna, é composto por organismos que variam em tamanho entre 0,2 e 2 mm. Parte da mesofauna é constituída por microartrópodes (Acari, Collembola, Protura, Diplura e Symphila) e Enchytraeidae

(Oligochaeta). A macrofauna é representada por indivíduos de mais de 2 mm de comprimento, que se movem ativamente através do solo, fazem parte deste grupo: Formicidae, Blattodea (Termitoidea), Coleoptera, Isopoda, Chilopoda, Diplopoda, Arachnida, Gastropoda e Oligochaeta (SWIFT et al., 1979; FALCO et al., 1995).

Os microartrópodes do solo representam o principal grupo constituinte da fauna do solo, que tem uma importante função através de sua atividade reguladora na decomposição dos materiais orgânicos e na ciclagem de nutrientes (SEASTEDT, 1984). Durante a decomposição, a composição da fauna sofre modificações que induzem mudanças estruturais, químicas e biológicas na serapilheira (HASEGAWA; TAKEDA, 1996). O efeito dos microartrópodes do solo sobre a perda de massa dos substratos apresenta valores significativos nos trópicos, mesmo que alguns organismos sejam mais influenciados pelas condições climáticas que outros (GONZÁLEZ; SEASTEDT, 2001; CASTANHO; OLIVEIRA, 2008).

Um número crescente de estudos tem investigado como a biodiversidade de organismos edáficos pode ter impacto sobre as principais funções do ecossistema (HÄTTENSCHWILER et al., 2005; HOOPER et al., 2005). A presença da fauna decompositora tem sido demonstrada, por sua vez, em dois recentes estudos sobre os efeitos da mistura da serapilheira e a influência nas taxas de decomposição (HÄTTENSCHWILER; GASSER, 2005; SCHÄDLER; BRANDL, 2005). O aumento da produção e da qualidade da serapilheira pode aumentar a diversidade de micro-habitats e, portanto aumentar a diversidade faunística decompositora.

Modelos matemáticos elaborados para decomposição não levam em consideração a composição e abundância da fauna do solo como um dos

componentes reguladores de maior importância (CASTANHO; OLIVEIRA, 2008). Isto ocorre porque tais modelos baseiam-se principalmente em estudos realizados em regiões temperadas, onde o efeito da fauna é relativamente menor (CASTANHO & OLIVEIRA, 2008; LAVELLE et al., 1993; HENEGHAN et al., 1999; GONZÁLEZ; SEASTEDT, 2001).

Apesar do grande volume de informações já acumuladas, nosso real conhecimento sobre a dimensão da diversidade ainda é incipiente, principalmente em se tratando da região tropical que abriga, reconhecidamente, cerca de 50% de todas as espécies do planeta (HÄTTENSCHWILER et. al, 2005; HARMON et al, 1995; POWERS et al. 2009). Contudo, essa nova fronteira do conhecimento que é o solo pode aumentar as nossas inferências acerca da diversidade de espécies das regiões tropicais, inclusive no dossel.

Processo de decomposição ao nível do dossel

O dossel das florestas tropicais é acentuadamente estratificado, contribuindo para a criação de novos nichos, que multiplicam as possíveis interações entre espécies que vivem nas copas das árvores (NADKARNI, 1995). De fato, estima-se ser alta a diversidade encontrada no dossel, e o esforço para compreender a diversidade existente é recente, mas está em franca expansão no mundo, inclusive no Brasil (RIBEIRO; CORBARA, 2005).

A estrutura do dossel, principalmente nas Florestas Tropicais, comportam uma enorme diversidade de vegetais que distribuem-se em várias camadas ou estratos distintos, caracterizados por um grupo de espécies. O acúmulo de água e de matéria orgânica, por exemplo, criam condições particulares para o surgimento e

o estabelecimento de micro-habitats (MURILLO et al., 1983; PALACIOS-VARGAS, 1985; PALACIOS-VARGAS; CASTAÑO-MENESES, 2002; DA ROCHA, 2010). Essa estratificação (de microclima e de recursos ecológicos) acaba por estratificar também as comunidades de animais, de tal forma que cada estrato da vegetação tem uma fauna característica (SANQUETTA, 1995; DIAS-LIMA et al., 2002; RICKLEFS, 2003).

Vários grupos de artrópodes apresentam gradientes verticais de densidade ou abundância. Na Amazônia Central, foi observado que as abelhas, assim como as vespas, fundaram seus ninhos principalmente a 8 e 15 m de altura, acima do sub-bosque. Esse padrão pode ser devido a uma maior disponibilidade de recursos florais no dossel e estratos próximos (MORATO, 2001).

Em uma floresta primária, por exemplo, as epífitas podem suportar mais morfoespécies de artrópodes do que a serapilheira de uma floresta secundária (YANOVIK; NADKARNI, 2001). Uma fauna diversa de invertebrados, especificamente a de artrópodes, pode ser observada: Ácaros (Acarina), colêmbolos (Collembola), besouros (Coleoptera) e formigas (Formicidae: Hymenoptera), tripes (Thysanoptera), cochonilhas (Sternorrhyncha: Hemiptera), larvas de mariposa (Lepidoptera), psocópteros (Psocoptera), vespas parasitóides (Chalcidoidea: Hymenoptera e outros grupos de vespas) e aranhas (Araneae) (DELAMARE-DEBOUTTEVILLE, 1950; MURILLO et al., 1983; PALACIOS-VARGAS, 1985; YANOVIK; NADKARNI, 2001; DA ROCHA, 2010). A partir destes estudos, concluiu-se que as epífitas apresentam diversificada e numerosa fauna e que os dados contribuem para estudos tanto de taxonomia quanto para ecologia das assembleias de artrópodes (STUNTZ et al., 2002).

Estudos sobre estrutura e estratificação do dossel contribuem tanto para o manejo e a conservação florestal, quanto para o conhecimento das interações ocorrentes neste local, além de demonstrar uma espantosa diversidade biológica (ERWIN, 1982; STORK, 1988; BASSET et al., 1992; SANQUETTA, 1995). No entanto, nossa compreensão do funcionamento das comunidades de artrópodes em Florestas Tropicais ainda é muito pequena, principalmente acerca do papel no processo de decomposição ocorrentes nas partes arbóreas.

A decomposição é um dos processos fundamentais nos ecossistemas para a transformação da matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes, e é essencial para o crescimento das plantas e a produção primária nas florestas (AERTS, 1997). Os principais trabalhos de decomposição em florestas têm sido feitos nos materiais caídos nos solos, mas a degradação do material vegetal inicia no dossel, onde se inicia a alteração e transformação do material senescente que depois continua no solo (OSONO, 2002).

As taxas de decomposição são muito relacionais com fatores ambientais, como temperatura e precipitação; a qualidade do material em decomposição e como as comunidades de decompositores que participam do processo, e dentro de tais comunidades, os microartrópodes como ácaros e colémbolas são grupos mais importantes por sua interação com as comunidades microbianas envolvidas nos processos de decomposição (LINDO; NEVILLE, 2007).

Considerando, assim, os pressupostos e a tentativa de incrementar os estudos acerca da fauna de artrópodes associados a processos de decomposição, este estudo tem por objetivo: caracterizar as comunidades de artrópodes associados

ao processo de decomposição da serapilheira em três períodos (15, 30 e 60 dias) e ao longo de um gradiente vertical em um sistema agroflorestal tropical. Além de conhecer a dinâmica de colonização e sucessão dos principais grupos – com maior grau de interesse em Oribatida (Acari) e Collembola, na serapilheira em decomposição.

Artigo:

**Colonização e distribuição vertical de artrópodes em um
sistema agroflorestal tropical**

Resumo

Este estudo visa caracterizar a comunidade de artrópodes associada ao processo de decomposição da serapilheira em três períodos (15, 30 e 60 dias) e ao longo de um gradiente vertical em um sistema agroflorestal tropical. Com o uso de bolsas de decomposição, foi coletado um total de 656 artrópodes, distribuídos entre 102 espécies/morfoespécies, pertencentes às classes Diplopoda, Chilopoda, Malacostraca, Arachnida, Collembola e Insecta. Os grupos com maiores frequências foram Collembola, Insecta e Acari (Arachnida). Para Acari foram encontrados 120 indivíduos. Para Collembola, 347 indivíduos foram coletados, pertencentes às famílias Brachystomellidae, Entomobryidae, Isotomidae, Neelidae, Onychiuridae, Paronellidae e Sminthuridae. Entre os insetos, apenas as ordens Formicidae e Coleoptera obtiveram abundâncias expressivas. Para as demais ordens, assim como para as classes Diplopoda, Chilopoda e Malacostraca, os valores encontrados foram baixos. No estudo do gradiente vertical de diversidade, foi observado que abundância e riqueza são inversamente correlacionadas à altura. Foi verificado um padrão no aumento no número de indivíduos das classes de artrópodes encontradas colonizando as armadilhas em função do tempo de permanência das bolsas em campo. Este experimento mostrou que o período de 60 dias é muito curto para estimar a perda de massa por decomposição e caracterizar adequadamente a fauna de decompositores em um sistema agroflorestal tropical.

Palavras-chave: Decomposição, derruba total, mesofauna.

Abstract

This study aimed characterizing the arthropod community associated with the decomposition process in three periods (15, 30 and 60 days) and along a vertical gradient in a tropical agroforestry system. Using decomposition bags, 656 invertebrates were collected, distributed among 102 species/morphospecies, belonging to the classes Diplopoda, Chilopoda, Malacostraca, Arachnida, Collembola and Insecta. The classes with higher frequencies were Collembola, Insecta and Arachnida. 120 individuals of Acari were found. 347 individuals of Collembola were collected, belonging to the families Brachystomelidae, Entomobryidae, Isotomidae, Neelidae, Onychiuridae, Paronellidae and Sminthurididae. Between the insects, Coleoptera and Formicidae only showed significant abundances. For other orders, such as Diplopoda, Chilopoda and Malacostraca, the values were low. In the study of the vertical gradient of diversity, it was observed that abundance and richness are inversely correlated with height. A pattern in the increase of the number of individuals of arthropod classes found colonizing the traps depending on their permanence time in the field was verified. This experiment showed that a 60 days period is too short to allow estimating the mass loss due to decomposition and adequately characterize the decomposer fauna in a tropical agroforestry system.

Key Words: Decomposition, *derruba total*, mesofauna.

1. Introdução

Estudos sobre estrutura e estratificação do dossel contribuem tanto para o manejo e a conservação florestal, quanto para o conhecimento das interações ocorrentes neste local, além de demonstrar uma espantosa diversidade biológica (ERWIN, 1982; STORK, 1988; BASSET et al., 1992; SANQUETTA, 1995). No entanto, nossa compreensão do funcionamento das comunidades de artrópodes em Florestas Tropicais ainda é muito pequena, principalmente acerca do papel no processo de decomposição ocorrentes nas partes arbóreas.

A decomposição é um dos processos fundamentais nos ecossistemas para a transformação da matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes, e é essencial para o crescimento das plantas e para a produção primária nas florestas (AERTS, 1997). Os principais trabalhos de decomposição em florestas têm sido feitos com materiais caídos nos solos, mas a degradação do material vegetal inicia no dossel, onde é iniciada a alteração e transformação do material senescente que depois continua no solo (OSONO, 2002).

Independente do local onde ocorre o processo, as taxas de decomposição estão muito relacionais com fatores ambientais, como: temperatura e precipitação; qualidade do material em decomposição; como as comunidades de decompositores que participam do processo. Dentro de tais comunidades, os microartrópodes como ácaros e colêmbolas são os grupos mais importantes por sua interação com as comunidades microbianas envolvidas nos processos de decomposição (LINDO; NEVILLE, 2007).

Considerando, assim, os pressupostos e a tentativa de incrementar os estudos acerca da fauna de artrópodes associados a processos de decomposição, este estudo visa caracterizar as comunidades de artrópodes associados ao processo de decomposição da serapilheira em três períodos (15, 30 e 60 dias) e ao longo de um gradiente vertical em um sistema agroflorestal tropical. Além disso, propõe conhecer a dinâmica de colonização e sucessão dos principais grupos – focalizando os Oribatida (Acari) e Collembola, que vivem na serapilheira em decomposição.

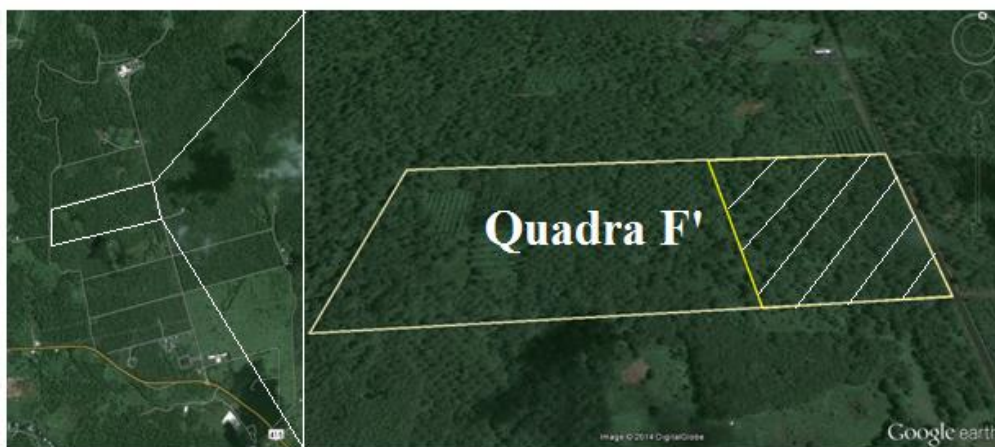
2. Material e métodos

2.1. Área de estudo

O experimento foi conduzido em uma quadra experimental da CEPLAC (quadras F') (Figura 1), em Ilhéus, Bahia (14°45'S, 39°13'W), no período de março a maio de 2014.

A área experimental utilizada é situada em uma zona de clima quente e úmido (tipo AF), típico de florestas tropicais sem estação seca e apresentando umidade superior a 80%, com índice pluviométrico superior a 1.800 mm anuais, e temperatura média de 24°C (Mori et al., 1983). O modelo de agrofloresta utilizado no plantio do cacaueteiro nesta área experimental é o de “derruba total”, cujo plantio dos cacaueteiros se deu sob a sombra de árvores exóticas do gênero *Erythrina* L., 1753 (Fabaceae).

Figura 1: Quadras experimentais do CEPEC/CEPLAC. Imagem de satélite e ampliação mostrando a quadra F' e o espaço hachurado onde ocorreu o experimento. Retirado do Google Earth.



2.2. Amostragem

Para coleta dos artrópodes, foi utilizado o método de bolsas de decomposição (*litter bags*) (BOCOCK; GILBERT, 1957; KARBERG et al., 2008) (Figura 2). Este método necessitou de algumas modificações. Contudo, ao todo, foram utilizadas 60 bolsas de decomposição, distribuídas em 12 árvores do gênero *Erythrina*.

2.2.1. Bolsa de decomposição

As bolsas utilizadas foram confeccionadas com nylon; malha 1,6 mm; altura, comprimento e largura respectivamente de 10 x 10 x 10 cm, ou seja, o volume de um litro; aros presentes nas abas laterais para facilitar o fixar no tronco; e zíper transversal às abas.

O preenchimento se deu com serapilheira obtida na quadra experimental em que foi executado o estudo.

2.2.2. Obtenção da serapilheira

A serapilheira utilizada foi composta por folhas de cacaueiro e de *Erythrina* acumuladas na quadra experimental F'. Após a coleta, a serapilheira passou por alguns procedimentos antes de preencher as bolsas: 1 - Secagem e esterilização por 24 horas em uma temperatura de 60°C; 2 - Fracionamento manual; 3 - Peneiramento em tela com malha 5,5mm; 4 - E por último, a pesagem e preenchimento das bolsas de decomposição com 160g de serapilheira seca e estéril.

Figura 2: Preparação das bolsas de decomposição. A – Modelo de “litter bags” adaptada; B e C – Coleta e secagem da serapilheira; D – Serapilheira fracionada; E – Serapilheira pós-campo em Funil de Berlese adaptado.



2.2.3. Instalação e coleta das bolsas

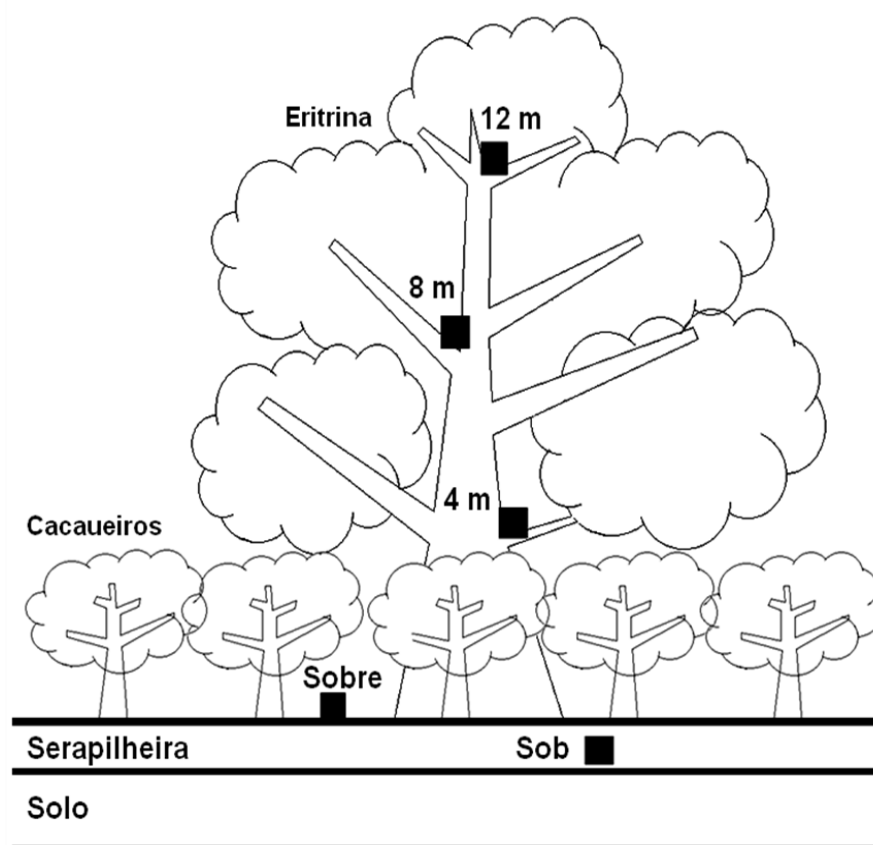
Nas árvores utilizadas, cinco pontos foram escolhidos para a instalação das bolsas de decomposição (Figura 3). Dois pontos no solo: um sob a serapilheira e outro sobre a mesma; três pontos na árvore: um fixado a 4m, outro a 8m e o último a 12m de altura. Para os pontos nas árvores, as bolsas foram fixadas em bifurcações do tronco na altura correspondente. No solo, os mesmos foram instalados a um raio de 1,5m do tronco da *Erythrina*.

O acesso à copa para a instalação das bolsas nos pontos elevados foi realizado por um especialista na técnica de escalada vertical por corda única, técnica

que possibilita a permanência e o deslocamento na copa da árvore (BARKER; SUTTON, 1997; RIBEIRO; BASSET, 2007).

As bolsas de decomposição permaneceram em campo 15, 30 e 60 dias. Após o tempo de permanência em campo, as bolsas de decomposição foram coletadas, ensacadas em saco de polipropileno e conduzidas ao laboratório.

Figura 3: Esquema de distribuição dos pontos onde foram colocadas as bolsas de decomposição.



2.2.4. Extração dos artrópodes

As bolsas coletadas foram colocadas em funis de Berlese-Tullgren modificados, por 6 dias. O modelo de funil modificado foi confeccionado com dois potes plásticos de 1L, em que de uma das embalagens é retirado o fundo e recoberto com tela mosquiteiro de 0.1 – 0.2mm. Em seguida, a parte anteriormente confeccionada foi encaixada na segunda embalagem a qual continha álcool 70% (ver Figura 2.E).

No controle da luminosidade incidente, ficou estabelecido que durante os quatro primeiros dias, as amostras não receberiam nenhuma luminosidade proveniente das lâmpadas da armadilha, já nos últimos dois dias, as amostras foram submetidas à incidência direta da luminosidade de lâmpadas de 40W.

2.3. Preparação e identificação dos espécimes

Todos os procedimentos após coleta foram realizados no Laboratório de Mirmecologia na CEPLAC. O material biológico coletado foi fixado em álcool 70%. Para as identificações, alguns espécimes foram reconhecidos por morfoespécies porque em alguns casos não foi possível chegar a espécie.

2.3.1. Colêmbolas

Os colêmbolas extraídos das amostras passaram pelos seguintes passos: a) o exemplar foi colocado em uma lâmina escavada com uma gota de Hidróxido de Potássio (KOH) 10% até ter adquirido transparência; b) depois disso, foi levado à uma segunda lâmina com Lactofenol, que foi aquecida rapidamente; c) o espécime foi depois montado em líquido de Hoyer numa lâmina semi-permanente. E por

último, as lâminas foram etiquetadas e levadas à estufa a uma temperatura entre 40° - 55°C por 4 dias, posteriormente seladas com esmalte incolor, ao redor da lamínula.

2.3.2. Ácaros

Os ácaros foram separados em Acari: Oribatidae (KRANTZ; WALTER, 2009) e Acari: Outros. Estes foram montados de acordo com o protocolo de cada grupo. Alguns foram montados em lâminas com meio de Hoyer e mantidos a 54°C por 10 dias (MORAES e FLECHTMANN, 2008). Para os oribatídeos, se fez necessária uma etapa de clarificação com ácido láctico a 85% para melhor visualização ao microscópio e em seguida montados em Glicerina (10%).

2.3.3. Outros artrópodes

Os demais artrópodes obtidos nas amostras foram mantidos em álcool 70%, e posteriormente preparados de acordo com as técnicas adaptadas a cada grupo.

2.3.4. Identificação taxonômica

O material identificado foi incluído nas coleções museológicas das instituições parceiras: Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC/BA), Centro de Pesquisa do Cacau (CEPEC/CEPLAC), Universidade Nacional Autónoma do México (UNAM) e Coleção de Referência em Fauna de Solo da Paraíba (CRFS/UEPB).

2.4. Análise dos dados

2.4.1. Perda de massa

A quantificação da perda de massa por decomposição foi obtida com o uso da seguinte fórmula:

$$\text{Peso Seco}_{\text{Inicial}} - \text{Peso Seco}_{\text{Final}} = \text{Perda de Massa [g]}$$

Onde o **Peso Seco**_{Inicial} equivale à medida de massa tomada antes de ser colocada em campo e **Peso Seco**_{Final}, a medida tomada após ter sido extraída a fauna e secagem em estufa a 60°C por 24h.

2.4.2. Análise estatísticas

Foi obtido a frequência de cada classe e espécie nas amostras coletadas. Um teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis foi feito para avaliar o efeito do tempo sobre a perda de massa da serapilheira contida nas bolsas de decomposição, realizado no programa Statistica v. 6.0 (STATSOFT, 1999).

Através da análise multivariada permutacional de variância (PERMANOVA, Anderson, 2001) testamos a significância das relações dos períodos de decomposição (dias) e da estratificação vertical das amostras em diferentes alturas sobre a composição da comunidade de espécies de colêmbolas, ácaros e artrópodes em geral, utilizando o índice de dissimilaridade de Jaccard computado 999 permutações. A PERMANOVA foi desenvolvida para testar respostas simultâneas de uma ou mais variáveis para um ou mais fatores em uma análise de variância (ANOVA). A PERMANOVA usa o procedimento “Adonis” no pacote Vegan.

Para verificar se a abundância e riqueza de colêmbolas, ácaros e artrópodes são influenciadas pelo períodos de decomposição (dias) e da estratificação vertical das amostras em diferentes alturas, foram construídos modelos lineares generalizados (GLMs). A abundância e riqueza de colêmbolas, ácaros e artrópodes em geral foram utilizadas como variável resposta e períodos de decomposição (dias)

e da estratificação vertical das amostras em diferentes alturas. Os modelos construídos foram submetidos à análise de resíduos para verificar a adequação da distribuição de erros (CRAWLEY, 2007). Os modelos finais obtidos foram comparados com um modelo nulo a fim de testar sua significância. Em seguida, a análise de contraste foi empregada nos modelos significativos a fim de unir os níveis de variáveis explicativas que não diferiam significativamente (CRAWLEY, 2007). As análises foram desenvolvidas no software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014).

3. RESULTADOS

3.1. Perda de massa por decomposição:

De acordo com o teste de Kruskal-Wallis, não houve efeito significativo do tempo sobre a perda de massa por decomposição ($H'=1.29$, $df=2$, $p>0.05$,).

3.2. Frequência por etapas de decomposição e gradiente vertical, colonização e sucessão dos grupos:

Um total de 656 indivíduos adultos foi encontrado, distribuídos entre 102 espécies/morfoespécies ao longo das etapas de decomposição (Tabela 1) e do gradiente vertical (Tabela 2), pertencentes às classes Diplopoda, Chilopoda, Malacostraca, Arachnida, Collembola e Insecta. Os grupos com maiores abundâncias foram Collembola, Insecta e Acari, as demais encontradas não obtiveram expressividade no número de indivíduos.

De acordo com a abundância, houve variação na frequência de algumas classes durante as etapas de decomposição. Ocorreu um aumento na abundância da classe Collembola seguindo a redução da classe Insecta. As classes Diplopoda, Chilopoda e Malacostraca correspondem à média de 1,4% de abundância total para todas as três etapas, diferente das classes com maiores frequências, por exemplo: em 15 dias: Insecta (52,2%), Arachnida (25,4%) e Collembola (22,4%); em 30 dias: Insecta (37%), Collembola (35,5%) e Arachnida (26,1%); e 60 dias: Collembola (69,8%), Insecta (13,8%) e Arachnida (14,6%) (ver Tabela 1).

Para Acari: Oribatida foram encontrados 28 indivíduos. As famílias Scheloribatidae e Haplozetidae obtiveram maiores abundâncias durante a primeira

etapa (15 dias), 36,3% e 18,2% respectivamente. Durante a segunda etapa (30 dias) foram encontrados as famílias Carabodidae (40%), Galumnidae, Scheloribatidae e Haplozetidae (respectivamente com 20% cada). E a terceira etapa (60 dias) com Oppidae (33,3%), Galumnidae (25%) e Carabodidae (16,7%).

Para Collembola, 347 indivíduos foram encontrados, pertencentes às famílias Brachystomellidae, Entomobryidae, Isotomidae, Neelidae, Onychiuridae, Paronellidae e Sminthuridae. As famílias com maiores frequências por etapas foram Entomobryidae (70%) e Isotomidae(30%) em 15 dias; em 30 dias, 53 e 32,65% respectivamente; e em 60 dias, 42 e 53,7% respectivamente. As espécies mais frequentes durante as etapas de decomposição foram: *Entomobrya* sp.1, *Lepidocyrtus* sp.1, *Folsomina* sp., *Isotomiella nummulifer* Deharveng & Oliveira, 1990 e *Proisotoma* sp.1.

Em Insecta, apenas as ordens de Formicidae e Coleoptera obtiveram abundâncias expressivas no número de indivíduos. Para as demais ordens, assim como para as classes Diplopoda, Chilopoda e Malacostraca, os valores encontrados foram baixos.

Em relação ao gradiente vertical (Sob, Sobre, 4m, 8m e 12m), pode-se observar que o número de indivíduos decresce quanto mais elevado o gradiente (ver Tabela 2).

Acerca da colonização de artrópodes, foi verificado um padrão no aumento no número de indivíduos das classes encontradas, isto, na relação gradiente vertical versus tempo de permanência das bolsas em campo. (ver Tabela 2)

No gradiente vertical foi verificado que há uma sobreposição de classes, ocorrendo uma redução no número de indivíduos da classe Collembola e um aumento considerável no número de indivíduos da classe Insecta. Em relação ao tempo de permanência das bolsas no campo, a classe Insecta reduz o número de indivíduos para haver um aumento no número de indivíduos da classe Collembola.

Ao longo do tempo de permanência das bolsas em campo, pôde-se observar que na primeira etapa (15 dias), estavam presentes apenas indivíduos das famílias Entomobryidae e Isotomidae. Em seguida, na etapa de 30 dias, houve um aumento nestas famílias, além do surgimento da família Brachystomellidae com 2 indivíduos, seguido de Paronellidae com 4 e Onychiuridae com 1. Na última etapa (60 dias) houve um aumento expressivo de indivíduos em relação a primeira etapa nas famílias Entomobryidae e Isotomidae com 113 e 144 indivíduos respectivamente, ainda com a ocorrência de indivíduos das famílias Brachystomellidae e Paronellidae, e com o aparecimento de Neelidae e Smithurididae. Poucas espécies de colêmbolas foram encontradas em todas as etapas, as mais ocorrentes foram *Entomobrya* sp.1, *Lepidocyrtus* sp.1 e *Isotomiella* cf. *nummulifer*.

Para ácaros oribatídeos, houve um padrão aleatório de presença nas amostras colhidas para cada etapa, não podendo ser estimada a sucessão pelo baixo número de indivíduos.

3.3. Riqueza, abundância e composição

A riqueza, a abundância e a composição de colêmbolas, ácaros e artrópodes são alteradas em função do tempo de permanência e estratificação vertical (ver Tabela 3).

Sobre a riqueza dos artrópodes amostrados, obteve-se um valor significativo para estrato ($p=0,002$) e para o tempo de permanência das bolsas em campo ($p=0,001$). Para Acari, não se obteve valor significativo para o estrato e nem para os períodos de colonização ($p=0,4$ e $p=0,8$ respectivamente). Esse resultado foi independente para todos os ácaros e também (apenas) para oribatídeos. No entanto, para a riqueza de espécies de Collembola, o valor foi significativo tanto para os períodos de colonização quanto para a estratificação (ambos $p<0,00001$) (ver Figura 4).

Quanto à abundância, houve diferenças significativas entre os estratos ao longo do período de estudo e do tempo de permanência das amostras em Arthropoda e Collembola, com $p=0.0001$ para cada, e em ambas variáveis respostas (Figura 5). Em Acari, apenas na variável nível de estratificação ($p=0.04$) (Figura 6).

Pôde-se notar que tanto para a riqueza quanto para a abundância há diferença significativa entre a comunidade do solo com as das árvores, onde o solo apresenta maior riqueza e também maior abundância. Foi também observado que não há diferença significativa entre as comunidades do solo, assim como entre as comunidades nos gradientes nas árvores.

Para a composição, há uma mudança na composição das comunidades, dependendo do tempo de permanência e do estrato. Portanto, é possível saber se há uma sequência na comunidade, embora isto não foi demonstrado ácaros, provavelmente porque a sucessão de suas espécies seja mais lenta do que para os outros grupos.

Em Collembola, o tempo de permanência é responsável por 8% da variação na composição das espécies, com um nível de significância de 0,01, enquanto que para o estrato, ocorreu 10% dessa variação com significância de 0,001. Para os ácaros, o valor de r^2 foi significativo para o estrato, respondendo por 4% da variação na composição da comunidade. Para os artrópodes em geral, novamente os dois fatores foram significativos (ver Tabela 04).

Tabela 1 – Artrópodes encontrados nas bolsas de decomposição durante as diferentes etapas de decomposição. N = total encontrado; % = Abundância relativa. (continua).

TAXA	Etapas de decomposição						Total por Classe
	15 dias		30 dias		60 dias		
	N	%	N	%	N	%	
ARACHNIDA	126						
Araneae							
Araneae não identificado 1	3	2,24	0	0,00	1	0,26	
Araneae não identificado 2	2	1,49	1	0,72	0	0,00	
Pseudoescorpiones não identificado	1	0,75	1	0,72	1	0,26	
Acari: Oribatida							
Phthiracaridae							
<i>Atropacarus</i> (Hoplophorella) <i>vitrinus</i> (Berlese, 1913)	0	0,00	0	0,00	1	0,26	
Carabodidae							
<i>Congocepheus</i> sp.1	0	0,00	1	0,72	0	0,00	
<i>Congocepheus</i> sp.2	1	0,75	0	0,00	2	0,52	
<i>Gibbicepheus</i> sp.	0	0,00	1	0,72	0	0,00	
Galumnidae							
<i>Galumna</i> sp.	0	0,00	0	0,00	2	0,52	
<i>Pilizetes</i> sp.	0	0,00	0	0,00	1	0,26	
<i>Neopilizetes neotropicus</i> Balogh & Mahunka, 1978	1	0,75	1	0,72	0	0,00	
Scheloribatidae							
<i>Ischeloribates</i> sp.	1	0,75	1	0,72	0	0,00	
<i>Scheloribates praeincisus rotundiclava</i> Perez-Inigo & Baggio 1986	0	0,00	0	0,00	1	0,26	
<i>Scheloribates</i> sp.1	1	0,75	0	0,00	0	0,00	
<i>Scheloribates</i> sp.2	2	1,49	0	0,00	0	0,00	
Oppliidae							
<i>Neoamerioppia</i> (Neoamerioppia) <i>lanceolata</i> (Hammer, 1958)	1	0,75	0	0,00	4	1,04	
Oribotritiidae							
<i>Oribotritia didyma</i> Niedbala & Schatz, 1996	1	0,75	0	0,00	0	0,00	
Protoribatidae							
<i>Protoribates preoccupatus</i>	1	0,75	0	0,00	1	0,26	
Haplozetidae							
<i>Rostrozetes foveolatus</i> Sellnick 1925	2	1,49	0	0,00	0	0,00	
<i>Xylobates</i> sp.	0	0,00	1	0,72	0	0,00	
Acari: Não Oribatida							
<i>Asca</i> sp.	0	0,00	3	2,17	6	1,56	

Tabela 1 – Artrópodes encontrados nas bolsas de decomposição durante as diferentes etapas de decomposição. N = total encontrado; % = Abundância relativa encontrada. (continua).

TAXA	Etapas de decomposição						Total por Classe
	15 dias		30 dias		60 dias		
	N	%	N	%	N	%	
Laelapidae não identificado	0	0,00	0	0,00	1	0,26	
Phytoseiidae não identificado	0	0,00	0	0,00	1	0,26	
Uropodidae não identificado 1	2	1,49	0	0,00	0	0,00	
Uropodidae não identificado 2	0	0,00	0	0,00	1	0,26	
Uropodidae não identificado 3	0	0,00	0	0,00	1	0,26	
Uropodidae não identificado 4	2	1,49	0	0,00	0	0,00	
Uropodina não identificado 1	0	0,00	0	0,00	0	0,00	
Uropodina não identificado 2	0	0,00	0	0,00	1	0,26	
Bdellidae não identificado	0	0,00	0	0,00	1	0,26	
Eupodidae não identificado 1	0	0,00	0	0,00	1	0,26	
Eupodidae não identificado 2	0	0,00	5	3,62	0	0,00	
Cheyletidae não identificado	0	0,00	0	0,00	1	0,26	
Prostigmata não identificado 1	8	5,97	11	7,97	11	2,86	
Prostigmata não identificado 2	1	0,75	3	2,17	3	0,78	
Prostigmata não identificado 3	0	0,00	3	2,17	4	1,04	
Prostigmata não identificado 4	0	0,00	1	0,72	2	0,52	
Prostigmata não identificado 5	0	0,00	0	0,00	3	0,78	
Carpoglyphus sp.	1	0,75	1	0,72	0	0,00	
Glycyphagus sp.	3	2,24	2	1,45	4	1,04	
Suidasia sp.	0	0,00	0	0,00	1	0,26	
DIPLOPODA	2						
Polyxenida não identificado	0	0,00	0	0,00	1	0,26	
Julidae não identificado.	0	0,00	0	0,00	1	0,26	
CHILOPODA	3						
Geophilidae não identificado	0	0,00	1	0,72	2	0,52	
MALACOSTRACA	4						
Isopoda não identificado	0	0,00	1	0,72	3	0,78	
COLLEMBOLA	347						
Brachystomellidae							
Brachystomella sp.	0	0,00	2	1,45	3	0,78	
Entomobryidae							
Entomobrya sp.1	4	2,99	10	7,25	35	9,11	
Entomobrya sp.2	2	1,49	0	0,00	0	0,00	

Tabela 1 – Artrópodes encontrados nas bolsas de decomposição durante as diferentes etapas de decomposição. N = total encontrado; % = Abundância relativa encontrada. (continua).

TAXA	Etapas de decomposição						Total por Classe
	15 dias		30 dias		60 dias		
	N	%	N	%	N	%	
<i>Lepidocyrtus violaceus</i> Fourcroy, 1785	0	0,00	1	0,72	1	0,26	
<i>Lepidocyrtus</i> sp.1	7	5,22	11	7,97	47	12,24	
<i>Lepidocyrtus</i> sp. nova 1	0	0,00	0	0,00	2	0,52	
<i>Lepidocyrtus</i> sp. nova 2	0	0,00	0	0,00	1	0,26	
<i>Lepidocyrtus</i> cf. <i>beaucatcheri</i>	0	0,00	0	0,00	2	0,52	
<i>Mesentotoma</i> sp.	0	0,00	0	0,00	1	0,26	
<i>Pseudosinella</i> . sp.1	5	3,73	3	2,17	20	5,21	
<i>Pseudosinella</i> sp.2	0	0,00	1	0,72	1	0,26	
<i>Pseudosinella</i> sp.3	0	0,00	0	0,00	1	0,26	
<i>Pseudosinella</i> sp.4	1	0,75	0	0,00	1	0,26	
<i>Pseudosinella</i> sp.5	1	0,75	0	0,00	0	0,00	
<i>Seira mirianae</i> Arle & Guimaraes, 1981	1	0,75	0	0,00	1	0,26	
Isotomidae							
<i>Folsomina</i> sp.	0	0,00	1	0,72	6	1,56	
<i>Isotomiella nummulifer</i> Deharveng & Oliveira, 1990	0	0,00	0	0,00	10	2,60	
<i>Isotomiella</i> cf. <i>nummulifer</i>	5	3,73	13	9,42	77	20,05	
<i>Mucrosomia</i> sp. 1	0	0,00	0	0,00	1	0,26	
<i>Mucrosomia</i> sp. nova	0	0,00	0	0,00	2	0,52	
<i>Proisotoma</i> sp.1	2	1,49	1	0,72	35	9,11	
<i>Proisotoma</i> sp.2	0	0,00	0	0,00	4	1,04	
Isotomidae não identificado	2	1,49	1	0,72	9	2,34	
Neelidae							
<i>Megalotorax minimus</i> Willem, 1900	0	0,00	0	0,00	1	0,26	
Onychiuridae							
Onychiuridae não identificado	0	0,00	1	0,72	0	0,00	
Paronellidae							
<i>Cyphoderus</i> sp.	0	0,00	1	0,72	0	0,00	
<i>Trogolaphysa</i> sp.	0	0,00	0	0,00	1	0,26	
Paronellidae não identificado	0	0,00	3	2,17	5	1,30	
Sminthurididae	0	0,00	0	0,00	1	0,26	
<i>Sphaeridia</i> sp.							
INSECTA							174
Dermaptera não identificado	1	0,75	0	0,00	0	0,00	

Tabela 1 – Artrópodes encontrados nas bolsas de decomposição durante as diferentes etapas de decomposição. N = total encontrado; % = Abundância relativa encontrada. (conclusão).

TAXA	Etapas de decomposição						Total por Classe
	15 dias		30 dias		60 dias		
	N	%	N	%	N	%	
Hemiptera não identificado	1	0,75	2	1,45	0	0,00	
Thysanoptera não identificado	1	0,75	0	0,00	0	0,00	
Psocoptera não identificado	1	0,75	6	4,35	2	0,52	
Coleoptera							
<i>Xyleborus ferrugineus</i> (Fabricius, 1801)	5	3,73	3	2,17	0	0,00	
<i>Xyleborus affinis</i> Eichhoff, 1868	19	14,18	8	5,80	0	0,00	
<i>Xyleborus gracillis</i> (Eichhoff 1868)	7	5,22	2	1,45	0	0,00	
Coleoptera não identificado	4	2,99	1	0,72	1	0,26	
Hymenoptera: Formicidae							
<i>Mayaponera constricta</i> (Mayr, 1884)	0	0,00	1	0,72	1	0,26	
<i>Brachymyrmex</i> sp.1	1	0,75	1	0,72	5	1,30	
<i>Azteca paraensis</i> (Forel, 1896)	2	1,49	1	0,72	0	0,00	
<i>Monomorium floricola</i> (Jerdon, 1851)	1	0,75	2	1,45	6	1,56	
<i>Pheidole</i> grupo <i>Flavens</i> sp.1	0	0,00	0	0,00	4	1,04	
<i>Sericomyrmex</i> sp.1	1	0,75	0	0,00	0	0,00	
<i>Solenopsis</i> sp.1	1	0,75	2	1,45	6	1,56	
<i>Solenopsis</i> sp.2	2	1,49	0	0,00	0	0,00	
<i>Solenopsis</i> sp.3	12	8,96	9	6,52	12	3,13	
<i>Solenopsis</i> sp.4	2	1,49	0	0,00	1	0,26	
<i>Solenopsis</i> sp.5	4	2,99	0	0,00	4	1,04	
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	0	0,00	7	5,07	7	1,82	
<i>Wasmannia rochai</i> Forel, 1912	0	0,00	0	0,00	2	0,52	
Lepidoptera não identificado	1	0,75	0	0,00	0	0,00	
Diptera							
<i>Trichomyia</i> sp	0	0,00	1	0,72	0	0,00	
<i>Megaselia</i> sp.	1	0,75	0	0,00	0	0,00	
Cecidomyiidae não identificado	1	0,75	1	0,72	0	0,00	
Psycodidae não identificado 1	1	0,75	1	0,72	0	0,00	
Psycodidae não identificado 2	0	0,00	2	1,45	0	0,00	
Phoridae não identificado	0	0,00	0	0,00	1	0,26	
Diptera não identificado	1	0,75	1	0,72	1	0,26	
TOTAL	134		138		384		656

Tabela 2 – Artrópodes encontrados nas bolsas de decomposição durante as diferentes etapas de decomposição em cada nível/estrato do gradiente vertical. (continuação).

TAXA	Gradiente vertical																			
	Sob			TC	Sobre			TC	4m			TC	8m			TC	12m			TC
	15 dia	30 dias	60 dias		15 dia	30 dias	60 dias		15 dia	30 dias	60 dias		15 dia	30 dias	60 dias		15 dia	30 dias	60 dias	
ARACHNIDA				44				32				17				20				12
Araneae																				
Araneae não identificado 1	1	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		2	0	1	
Araneae não identificado 2	0	0	0		0	1	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
Pseudoescorpiones não identificado	0	0	0		0	0	0		0	1	1		1	0	0		0	0	0	
Acari: Oribatida																				
Phthiracaridae																				
<i>Atropacarus</i> (Hoplophorella)	0	0	0		0	0	1		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
<i>vitrinus</i> (Berlese, 1913)																				
Carabodidae																				
<i>Congocepheus</i> sp.1	0	1	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
<i>Congocepheus</i> sp.2	0	0	0		1	0	0		0	0	1		0	0	1		0	0	0	
<i>Gibbicepheus</i> sp.	0	0	0		0	1	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
Galumnidae																				
<i>Galumna</i> sp.	0	0	0		0	0	0		0	0	1		0	0	1		0	0	0	
<i>Pilizetes</i> sp.	0	0	0		0	0	1		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
<i>Neopilizetes neotropicus</i> Balogh & Mahunka, 1978	0	1	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		1	0	0	
Scheloribatidae																				
<i>Ischeloribates</i> sp.	0	0	0		0	1	0		0	0	0		1	0	0		0	0	0	
<i>Scheloribates praeincisus</i>																				
<i>rotundiclava</i> Perez-Inigo & Baggio 1986	0	0	0		0	0	0		0	0	1		0	0	0		0	0	0	
<i>Scheloribates</i> sp.1	0	0	0		1	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	

Tabela 2 – Artrópodes encontrados nas bolsas de decomposição durante as diferentes etapas de decomposição em cada nível/estrato do gradiente vertical. (continuação).

TAXA	Gradiente vertical																				
	Sob			TC	Sobre			TC	4m			TC	8m			TC	12m			TC	
	15 dia	30 dias	60 dias		15 dia	30 dias	60 dias		15 dia	30 dias	60 dias		15 dia	30 dias	60 dias		15 dia	30 dias	60 dias		
<i>Scheloribates</i> sp.2	0	0	0		0	0	0		0	0	0		2	0	0		0	0	0		
Oppiidae																					
<i>Neoamerioppia</i> (Neoamerioppia) <i>lanceolata</i> (Hammer, 1958)	0	0	0		0	0	0		0	0	0		1	0	1		0	0	3		
Oribotritiidae																					
<i>Oribotritia didyma</i> Niedbala & Schatz, 1996	0	0	0		1	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
Protoribatidae																					
<i>Protoribates preoccupatus</i>	1	0	1		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
Haplozetidae																					
<i>Rostrozetes foveolatus</i> Sellnick 1925	0	0	0		1	0	0		1	0	0		0	0	0		0	0	0		
<i>Xylobates</i> sp.	0	0	0		0	1	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
Acari: Não Oribatida																					
<i>Asca</i> sp.	0	0	6		0	0	0		0	0	0		0	1	0		0	2	0		
Laelapidae não identificado	0	0	0		0	0	1		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
Phytoseiidae não identificado	0	0	0		0	0	1		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
Uropodidae não identificado 1	1	0	0		1	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
Uropodidae não identificado 2	0	0	0		0	0	1		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
Uropodidae não identificado 3	0	0	1		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
Uropodidae não identificado 4	0	0	0		2	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
Uropodina não identificado 1	0	0	0		0	0	0		0	0	1		0	0	0		0	0	0		
Uropodina não identificado 2	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	1		0	0	0		
Bdellidae não identificado	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	1		

Tabela 2 – Artrópodes encontrados nas bolsas de decomposição durante as diferentes etapas de decomposição em cada nível/estrato do gradiente vertical. (continuação).

TAXA	Gradiente vertical																			
	Sob				Sobre				4m				8m				12m			
	15 dia	30 dias	60 dias	Total	15 dia	30 dias	60 dias	Total	15 dia	30 dias	60 dias	Total	15 dia	30 dias	60 dias	Total	15 dia	30 dias	60 dias	Total
Eupodidae não identificado 1	0	0	1		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
Eupodidae não identificado 2	0	5	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
Cheyletidae não identificado	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	1		0	0	0	
Prostigmata não identificado 1	3	6	4		2	3	0		1	2	3		1	0	4		1	0	0	
Prostigmata não identificado 2	0	1	3		1	2	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
Prostigmata não identificado 3	0	1	4		0	1	0		0	1	0		0	0	0		0	0	0	
Prostigmata não identificado 4	0	0	2		0	0	0		0	1	0		0	0	0		0	0	0	
Prostigmata não identificado 5	0	0	0		0	0	3		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
<i>Carpoglyphus</i> sp.	0	1	0		1	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
<i>Glycyphagus</i> sp.	0	0	0		1	0	2		0	0	2		1	2	0		1	0	0	
<i>Suidasia</i> sp.	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	1		0	0	0	
DIPLOPODA				1				0				1				0				0
Polyxenida não identificado	0	0	0		0	0	0		0	0	1		0	0	0		0	0	0	
Julidae não identificado.	0	0	1		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
CHILOPODA				1				1				1				0				0
Geophilidae não identificado	0	1	0		0	0	1		0	0	1		0	0	0		0	0	0	
MALACOSTRACA				0				1				1				2				0
Isopoda não identificado	0	0	0		0	1	0		0	0	1		0	0	2		0	0	0	
COLLEMBOLA				111				177				23				25				11
Brachystomellidae																				
<i>Brachystomella</i> sp.	0	1	1		0	1	2		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
Entomobryidae																				
<i>Entomobrya</i> sp.1	0	2	6		0	1	25		1	0	1		2	2	2		1	5	1	

Tabela 2 – Artrópodes encontrados nas bolsas de decomposição durante as diferentes etapas de decomposição em cada nível/estrato do gradiente vertical. (continuação).

TAXA	Gradiente vertical																			
	Sob			TC	Sobre			TC	4m			TC	8m			TC	12m			TC
	15 dia	30 dias	60 dias		15 dia	30 dias	60 dias		15 dia	30 dias	60 dias		15 dia	30 dias	60 dias		15 dia	30 dias	60 dias	
<i>Entomobrya</i> sp.2	0	0	0		0	0	0		2	0	0		0	0	0		0	0	0	
<i>Lepidocyrtus violaceus</i> Fourcroy, 1785	0	0	0		0	1	1		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
<i>Lepidocyrtus</i> sp.1	4	2	16		2	4	28		0	2	1		1	2	2		0	1	0	
<i>Entomobrya</i> sp.2	0	0	0		0	0	0		2	0	0		0	0	0		0	0	0	
<i>Lepidocyrtus</i> sp. nova 1	0	0	0		0	0	2		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
<i>Lepidocyrtus</i> sp. nova 2	0	0	0		0	0	1		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
<i>Lepidocyrtus</i> cf. <i>beaucatcheri</i>	0	0	0		0	0	1		0	0	1		0	0	0		0	0	0	
<i>Mesentotoma</i> sp.	0	0	0		0	0	1		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
<i>Pseudosinella</i> sp.1	4	2	1		1	1	12		0	0	1		0	0	5		0	0	1	
<i>Pseudosinella</i> sp.2	0	0	0		0	1	1		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
<i>Pseudosinella</i> sp.3	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	1		0	0	0	
<i>Pseudosinella</i> sp.4	1	0	1		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
<i>Pseudosinella</i> sp.5	1	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
<i>Seira mirianae</i> Arle & Guimaraes, 1981	0	0	0		0	0	1		1	0	0		0	0	0		0	0	0	
Isotomidae																				
<i>Folsomia</i> sp.	0	1	3		0	0	3		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
<i>Isotomiella nummulifer</i> Deharveng & Oliveira, 1990	0	0	0		0	0	9		0	0	1		0	0	0		0	0	0	
<i>Isotomiella</i> cf. <i>nummulifer</i>	2	12	19		1	1	46		0	0	8		2	0	3		0	0	1	
<i>Mucrosomia</i> sp. 1	0	0	0		0	0	1		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
<i>Mucrosomia</i> sp. nova	0	0	2		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
<i>Proisotoma</i> sp.1	0	0	17		2	1	13		0	0	2		0	0	2		0	0	1	
<i>Proisotoma</i> sp.2	0	0	2		0	0	2		0	0	0		0	0	0		0	0	0	

Tabela 2 – Artrópodes encontrados nas bolsas de decomposição durante as diferentes etapas de decomposição em cada nível/estrato do gradiente vertical. (continuação).

TAXA	Gradiente vertical																			
	Sob				Sobre				4m				8m				12m			
	15 dia	30 dias	60 dias	TC	15 dia	30 dias	60 dias	TC	15 dia	30 dias	60 dias	TC	15 dia	30 dias	60 dias	TC	15 dia	30 dias	60 dias	TC
Neelidae																				
<i>Megalotorax minimus</i> Willem, 1900	0	0	1		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
Onychiuridae																				
Onychiuridae não identificado	0	0	0		0	1	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
Paronellidae																				
<i>Cyphoderus</i> sp.	0	1	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
<i>Trogolaphysa</i> sp.	0	0	0		0	0	0		0	0	1		0	0	0		0	0	0	
Paronellidae não identificado	0	2	3		0	1	2		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
Sminthuridae																				
<i>Sphaeridia</i> sp.	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	1		0	0	0	
INSECTA				32				30				47				27				38
Dermaptera não identificado	0	0	0		0	0	0		0	0	0		1	0	0		0	0	0	
Hemiptera não identificado	0	2	0		0	0	0		1	0	0		0	0	0		0	0	0	
Thysanoptera não identificado	0	0	0		0	0	0		0	0	0		1	0	0		0	0	0	
Psocoptera não identificado	0	0	0		0	1	0		1	3	1		0	0	1		0	2	0	
Coleoptera																				
<i>Xyleborus ferrugineus</i> (Fabricius, 1801)	0	0	0		0	2	0		1	0	0		1	0	0		3	1	0	
<i>Xyleborus affinis</i> Eichhoff, 1868	1	0	0		0	3	0		8	3	0		2	0	0		8	2	0	
<i>Xyleborus gracillis</i> (Eichhoff 1868)	0	0	0		0	0	0		4	0	0		0	0	0		3	2	0	
Coleoptera não identificado	2	1	0		1	0	1		1	0	0		0	0	0		0	0	0	
Hymenoptera: Formicidae																				
<i>Mayaponera constricta</i> (Mayr, 1884)	0	1	0		0	0	1		0	0	0		0	0	0		0	0	0	

Tabela 2 – Artrópodes encontrados nas bolsas de decomposição durante as diferentes etapas de decomposição em cada nível/estrato do gradiente vertical. (conclusão).

TAXA	Gradiente vertical																			
	Sob			TC	Sobre			TC	4m			TC	8m			TC	12m			TC
	15 dia	30 dias	60 dias		15 dia	30 dias	60 dias		15 dia	30 dias	60 dias		15 dia	30 dias	60 dias		15 dia	30 dias	60 dias	
<i>Brachymyrmex</i> sp.1	1	0	0		0	0	2		0	0	0		0	1	0		0	0	3	
<i>Azteca paraensis</i> (Forel, 1896)	0	1	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		2	0	0	
<i>Monomorium floricola</i> (Jerdon, 1851)	1	0	2		0	0	0		0	1	1		0	1	3		0	0	0	
<i>Pheidole</i> grupo <i>Flavens</i> sp.1	0	0	0		0	0	0		0	0	3		0	0	1		0	0	0	
<i>Sericomyrmex</i> sp.1	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		1	0	0	
<i>Solenopsis</i> sp.1	1	0	1		0	0	2		0	0	0		0	2	3		0	0	0	
<i>Solenopsis</i> sp.2	1	0	0		0	0	0		1	0	0		0	0	0		0	0	0	
<i>Solenopsis</i> sp.3	5	3	3		4	3	2		2	1	2		0	0	4		1	2	1	
<i>Solenopsis</i> sp.4	1	0	0		0	0	0		0	0	1		1	0	0		0	0	0	
<i>Solenopsis</i> sp.5	1	0	0		2	0	1		1	0	0		0	0	3		0	0	0	
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	0	0	2		0	1	2		0	6	1		0	0	1		0	0	1	
<i>Wasmannia rochai</i> Forel, 1912	0	0	0		0	0	1		0	0	0		0	0	1		0	0	0	
Lepidoptera não identificado	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		1	0	0	
Diptera																				
<i>Trichomyia</i> sp	0	0	0		0	0	0		0	1	0		0	0	0		0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp.	0	0	0		0	0	0		1	0	0		0	0	0		0	0	0	
Cecidomyiidae não identificado	0	0	0		0	0	0		1	0	0		0	0	0		0	1	0	
Phoridae não identificado	0	0	1		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
Psycodidae não identificado 1	0	0	0		0	1	0		0	0	0		0	0	0		1	0	0	
Psycodidae não identificado 2	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	2	0	
Diptera não identificado	0	0	1		0	0	0		1	0	0		0	0	0		0	1	0	
TOTAL	32	49	108	189	27	35	179	241	29	22	39	90	18	11	45	74	26	21	14	61

Tabela 3 - Análise do modelo mínimo adequado mostrando os efeitos dos diferentes níveis de estratificação (Sob, Sobre, 4m, 8m e 12m), e tempo de permanência das amostras (15, 30 e 60 Dias) sobre a riqueza e abundância de Collembola, Acari e Arthropoda.

Variável resposta	Variável explicativa	Df	Deviance	P
Riqueza				
Collembola	Estratos	4	53.80	<0.0001
	Dias	1	49.95	<0.0001
Acari	Estratos	4	12.66	n.s.
	Dias	1	1.23	n.s.
Arthropoda	Estratos	4	40.44	0.001
	Dias	1	25.95	<0.001
Abundância				
Collembola	Estrato	4	293.32	<0.0001
	Dias	1	283.63	<0.0001
Acari	Estrato	4	26.76	0.04
	Dias	1	7.77	n.s.
Arthropoda	Estrato	4	185.52	<0.0001
	Dias	1	166.77	<0.0001

n.s. – não significante (p=0.05).

Tabela 4 - Análise PERMANOVA para composição de espécies de Collembola, Acari e todas as espécies de artrópodes amostrados em 5 diferentes estratos e três etapas de permanência das bolsas de decomposição (Dias) no solo e na vegetação em um agroecossistema.

TAXA	Fatores	Permanova r^2	Permdisp F-value	P
Collembola	Dias	0.08	2.24	0.01
	Estrato	0.1	7.2	< 0.001
Acari	Dias	0.05	0.07	>0.05
	Estrato	0.04	1.64	0.03
Arthropoda	Dias	0.07	2.47	0.001
	Estrato	0.04	3.71	0.001

Figura 4. Os efeitos dos diferentes níveis de estratificação (Sob, Sobre, 4m, 8m e 12m) e do tempo de permanência das amostras (15, 30 e 60 Dias) sobre a riqueza de Arthropoda (A) e Collembola (B).

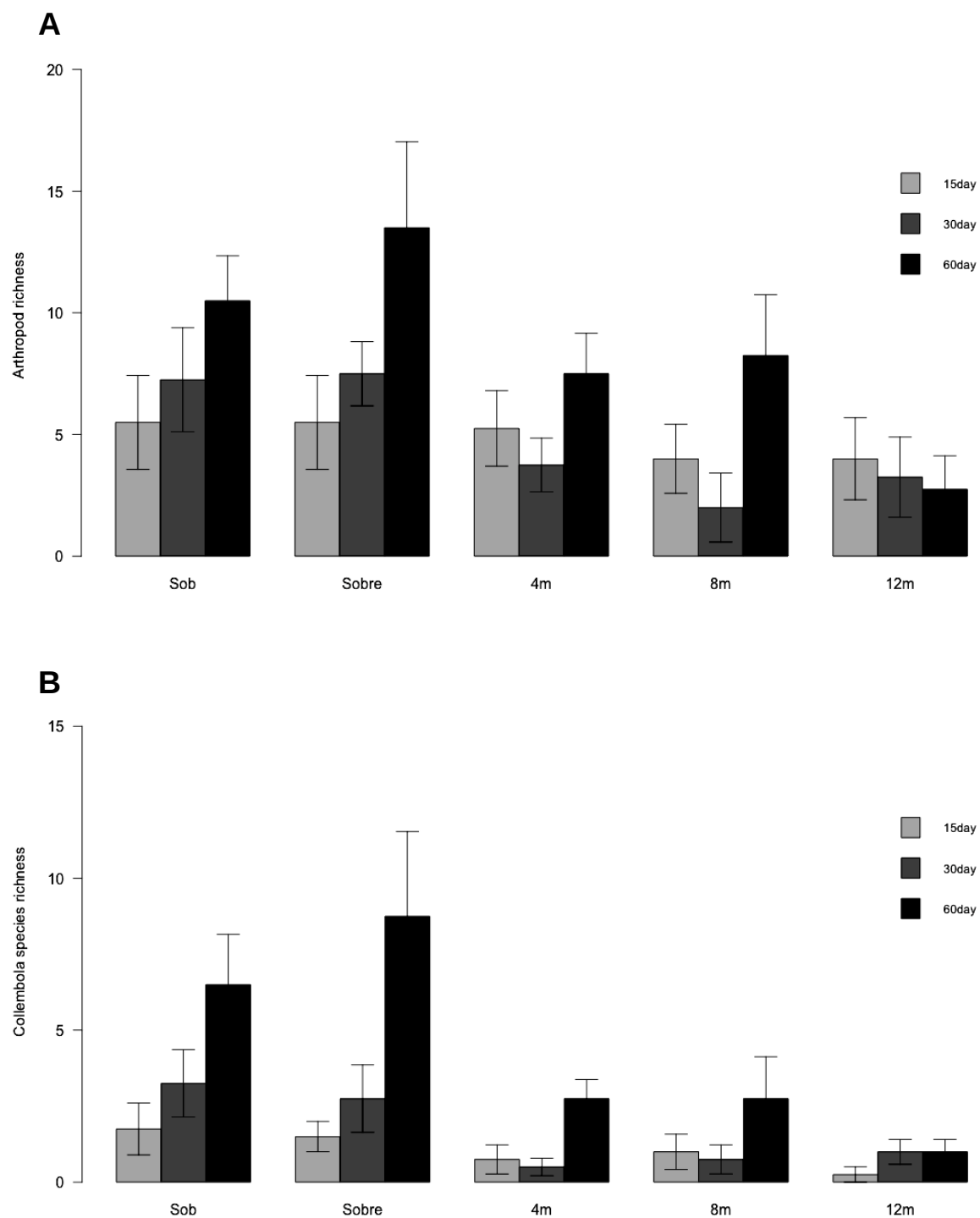


Figura 5. Os efeitos dos diferentes níveis de estratificação (Sob, Sobre, 4m, 8m e 12m) e do tempo de permanência das amostras (15, 30 e 60 Dias) sobre a abundância de Arthropoda (A) e Collembola (B).

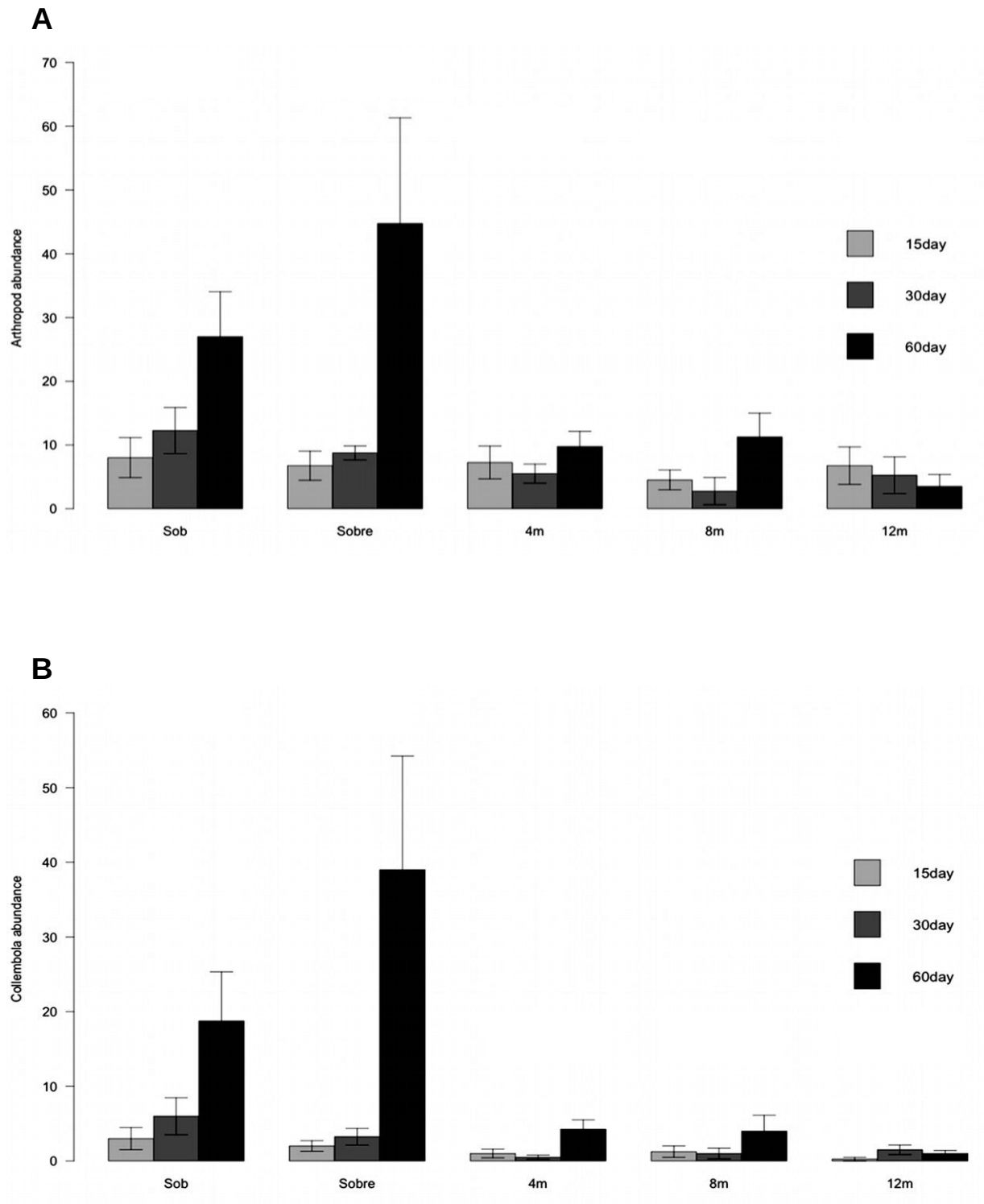
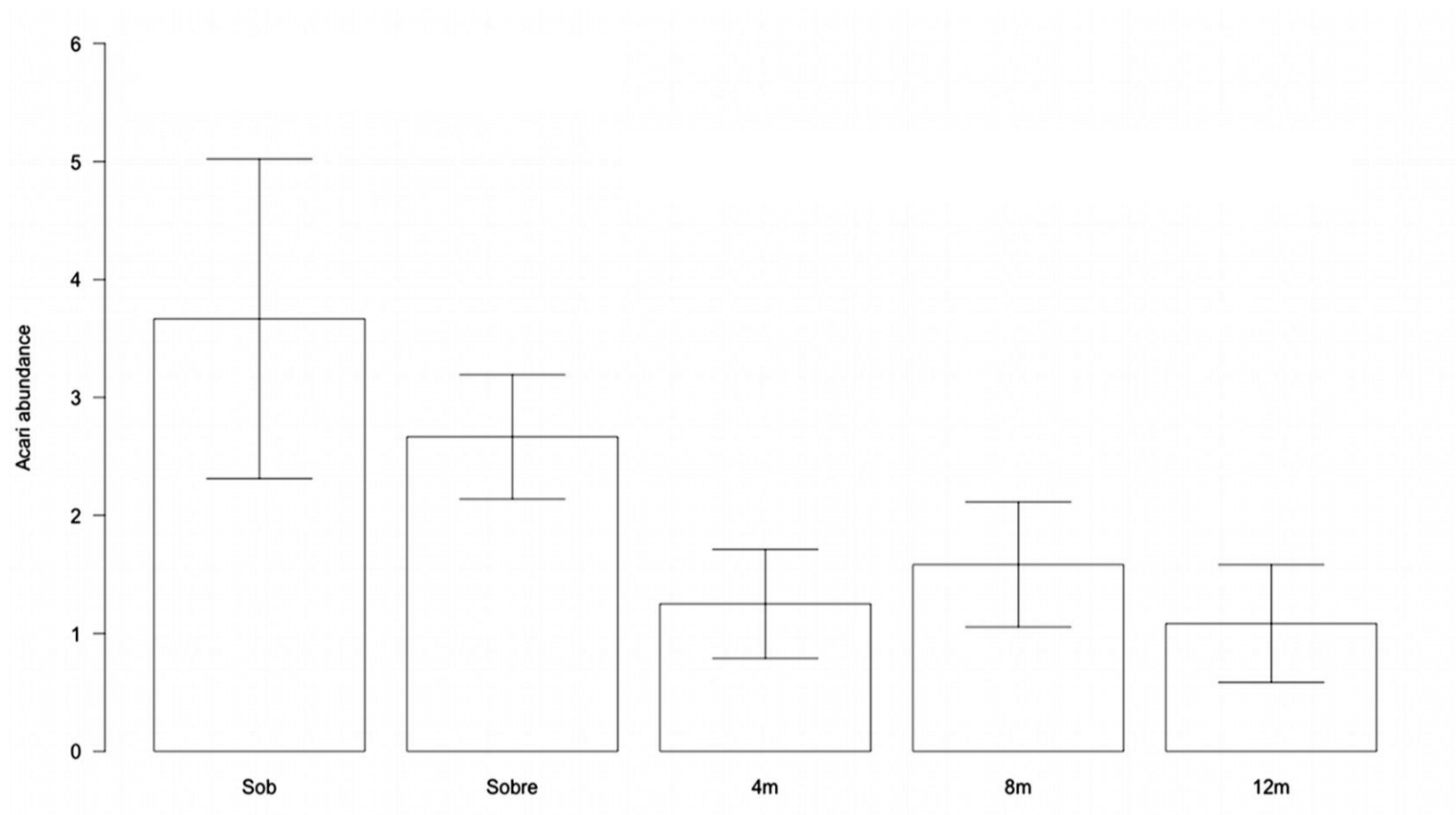


Figura 6: Os efeitos dos diferentes níveis de estratificação (Sob, Sobre, 4m, 8m e 12m) e do tempo de permanência das amostras (15, 30 e 60 Dias) sobre a riqueza de Acari encontrados nas amostras.



DISCUSSÃO

Os resultados deste trabalho mostraram que a frequência, a riqueza, a abundância e a composição de artrópodes são alteradas em função do tempo de permanência e da estratificação vertical. Mostrou também que o período de 60 dias é muito curto para estimar a perda de massa por decomposição em um sistema agroflorestal cacaueiro de derruba total.

Contudo, o baixo número de indivíduos encontrados neste experimento pode estar relacionado ao tempo curto de estudo ou a fatores físicos não medidos. Vários estudos citam as influências de fatores como climáticos, qualidade da serapilheira e biota do solo sobre a taxas de decomposição (Heneghan et al., 1999; GONZÁLEZ; SEASTEDT, 2001). Alguns são bem específicos e citam a influencia da precipitação, outros da qualidade da serapilheira utilizada no experimento, há aqueles que citam até a influencia da malha utilizada na confecção das bolsas de decomposição, mas o que é observado é uma adequação da abordagem para quantificar decomposição (BOCOCK; GILBERT, 1957; WITKAMP; OLSON, 1963; ST. JOHN, 1980; PARKER et al., 1984; KAMPICHLER, BRUCKNER, 2009). O observado é que há poucos indivíduos da classe Diplopoda e Malacostraca que estão presentes no começo efetivo da decomposição.

Acerca das classes com maiores frequências: Collembola, Insecta e Arachnida estas apresentam peculiaridades que explicam o alto número de indivíduos encontrados.

Neste experimento, o método utilizado não permitiu a coleta de um grande número de ácaros, principalmente os oribatídeos, lembrando que a abundância para a ordem Acarina foi maior no solo e diferente das da árvore. Contudo, a presença de Oribatida - mesmo em menor abundância, e a de Collembola, podem ser consideradas como um forte indicativo de colonização e que processos como decomposição da serapilheira e ciclagem de nutrientes podem estar ocorrendo, uma vez que estes detritívoros são de suma importância na decomposição da serapilheira em ecossistemas tropicais (HENEGBAN et al. 1999).

Além disto, foi constatado por Maraun et al. (1998) que ácaros Oribatida iniciaram a recuperação de um sistema cuja fauna de solo e microfauna haviam sido eliminadas. Os ácaros aceleraram a recolonização da serapilheira por fungos, promoveram a restauração da biomassa microbiana e da respiração basal pela dispersão de esporos e pelo forrageamento nas populações microbianas. Também foram responsáveis indiretos pela estabilização dos nutrientes da serapilheira minimizando os efeitos da lixiviação. Segundo Van Straalen (1998), este grupo apresenta grande potencial de uso como indicadores de alterações no solo, apresentando rápido declínio populacional sob qualquer alteração do solo, permitindo a detecção de áreas degradadas (BEHAN-PELLETIER, 1999).

A abundância de Collembola como foi demonstrada, aumenta com o tempo de estadia das bolsas em campo e apresenta diferença de riqueza quando coletadas nas árvores, isto está associado a condições ambientais favoráveis ou não para o grupo. Como exemplo, o teor de água nas bolsas pode afetar a abundância de colêmbolas (ANDERSON, 1975; TAKEDA, 1988; 1995). O regulamento da abundância de colêmbolas pelo teor de água foi muitas vezes

mais forte do que o efeito da qualidade da serapilheira utilizada em estudos anteriores (FILSER, 2002; PFLUG; WOLTERS, 2001). Assim, isso explica a influência da variação de umidade na baixa riqueza e abundância de Collembola no gradiente das árvores, diferindo-se do solo.

Sobre as famílias com maiores frequências: Entomobryidae e Isotomidae, estas famílias são numerosas e diversificadas. Atualmente são listadas 43 espécies de Entomobryidae endêmicas do Brasil. É a segunda família de Collembola mais diversa no país, perdendo apenas para Isotomidae, que possui 66 espécies listadas (ABRANTES et al. 2010; 2012). Em estudos de amostragem, estas duas famílias apresentaram-se com valores (BELLINI; ZEPPELINI, 2009; ABRANTES et al. 2010).

A riqueza de colêmbolos foi maior no solo, com maior expressividade no nível Sobre - este em que a bolsa de decomposição é colocada sobre a serapilheira. Estes animais intimamente relacionados ao solo, estão entre os artrópodes terrestres mais abundantes, o que explica o maior valor de riqueza em relação à comunidade presente na árvore (MIRANDA-RANGEL; PALACIOS-VARGAS, 1992; ZEPPELINI; BELLINI 2004). Ainda sobre a riqueza e abundância, esta diferença também pode ser explicada pela íntima relação de seus aspectos ecomorfológicos com o solo e com fatores ambientais.

Para Insecta, não foi observado um padrão de colonização e sucessão das espécies/morfoespécies encontradas. Em relação ao tempo de permanência da bolsa em campo, foi observado que a população de Insecta era inicialmente maior mas que foi progressivamente substituída pela população de colêmbolos. Isso se

deve ao surgimento de condições favoráveis para a chegada dos colêmbolos, como a possível retenção de umidade, consequente presença de hifas fúngicas, ou seja, condições ligadas aos hábitos do grupo.

Insecta apresentou algumas espécies/morfoespécies ocasionais, ou seja, não presentes em todas as etapas e nem em todos os gradientes. Espécies de Scolytidae do gênero *Xyleborus* foram encontrados principalmente no nível de 12m e somente nas primeiras etapas (15 e 30 dias), o que pode ser explicado pelo hábito do grupo.

Dentre os Scolytidae, os xileboríneos constituem o grupo mais importante de hábito xilomicetófago, destacando-se o gênero *Xyleborus* com maior número de espécies com potencial de danos (BEAVER, 1976). Embora apresentando espécies que podem ser consideradas benéficas, contribuindo na degradação de resíduos de madeira dentro de áreas reflorestadas, esse grupo de insetos também contém espécies que causam grande impacto econômico, danificando grandes volumes de madeiras recém-cortadas ou armazenadas aguardando beneficiamento (PEDROSA-MACEDO, 1984; WOOD, 1982).

Pelo hábito de atração por substâncias liberadas por madeiras recém-cortadas, a presença de *Xyleborus affinis* em todos os níveis do gradiente deste experimento não foi diferente do encontrado em um levantamento das espécies de Scolytidae presentes em área de floresta primária. No trabalho, foram instaladas armadilhas em diferentes alturas (1 m, 3 m, 5 m, 7,5m e 10 m) e a espécie *Xyleborus affinis* destacou-se, estando presente em todas as alturas com valores expressivos (ABREU et al., 1997).

Estudos têm sido realizados para descrever a sucessão de artrópodes do solo nos processos de decomposição (USHER et al., 1982). No entanto, deve-se ter cuidado na interpretação de mudanças em populações e frequência relativa de grupos de animais durante a decomposição como sucessão ecológica, desde que populações de animais são normalmente objetos de flutuações estacionais e não sincronizadas para diferentes grupos e espécies, e que esta frequência pode variar com o tempo.

Em nosso trabalho, foi observado uma mudança na composição da comunidade de artrópodes associados ao processo de decomposição, e que mesmo na escala inicial do processo, foi possibilitado saber que há uma sequência nesta comunidade, embora isto não foi demonstrado claramente para os ácaros, provavelmente porque a sucessão para este grupo seja mais lenta do que para os outros grupos.

É discutível que algumas mudanças na abundância sejam interpretadas como sucessão ecológica no sentido exato. Algumas espécies, ou mesmo grupos, não mostram uma restrição marcante a um estrato ou etapa particular. Algumas flutuações podem ter sido ocasionadas por fatores ambientais, ou por qualidade do material ou mesmo por grau de decomposição do material.

Conclusão Geral

Nosso trabalho pôde analisar a colonização e distribuição vertical de artrópodes no sistema agroflorestal e elucidar algumas questões sobre o processo de decomposição. Assim como ocorre em outros sítios, o processo de decomposição segue o mesmo padrão no sistema de derruba total. Contudo, aparenta ser mais lento e passivo de fatores ambientais e/ou biológicos desconhecidos ou não medidos neste experimento. Neste sistema, foi possível verificar a presença de artrópodes com grande papel de decompositor, e que a comunidade é verticalmente estratificada, diferenciando gradualmente ao longo das etapas de decomposição e do gradiente vertical. Quanto a riqueza, foi possível diferenciar dois grupos, um com maior riqueza no solo e o outro nas árvores. Acerca da colonização e sucessão, há mudanças na composição de espécies em ambas as variáveis estudadas.

Agradecimentos

A FAPESB, a Universidade Estadual de Santa Cruz, e a Centro de Pesquisa do Cacau (CEPEC/CEPLAC) pelo apoio na execução deste projeto. Ao Laboratório de Mirmecologia pelo apoio pessoal e estrutural. Ao Dr. Douglas Zeppelini (UEPB) e ao Dr. Aníbal Ramadan (UESC) pelo auxílio na identificação respectivamente de colêmbolas e ácaros.

Referências Bibliográficas

ABER, J.D.; MELILLO, J. Origin and decomposition of soil organic matter. In: _____. **Terrestrial Ecosystems**. United States of America: Saunders College Publishing. 1991. Cap. 13, p.195-209.

ABRANTES, E.A., et al. Errata Corrigenda and update for the "Synthesis of Brazilian Collembola: an update to the species list." ABRANTES *et al.* (2010), *Zootaxa*, 2388: 1-22. **Zootaxa**. 3168: 1-21. 2012.

ABRANTES, E.A., et al. Synthesis of Brazilian Collembola: an update to the species list. **Zootaxa**. 2388:1-22. 2010.

ABREU, R.L. S.; FONSECA, C.R.V.; MARQUES, E.N. Análise das principais espécies de Scolytidae coletadas em floresta primária no estado do Amazonas. **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**, Londrina, v. 26, n. 3, Dec. 1997.

AERTS, R. Climate, leaf litter chemistry and leaf litter decomposition in terrestrial ecosystems: a triangular relationship. **Oikos** 79: 439-449. 1997.

ALGER, K. The reproduction of the cacao industry and biodiversity in Southern Bahia. In: WORKSHOP ON SUSTAINABLE CACAO PRODUCTION, 1998, Panama. **Anais workshop on sustainable cacao production**. Panamá: Smithsonian Migratory Bird Center.

ALGER, K.; CALDAS, M. The declining cocoa economy and the Atlantic forest of southern Bahia, Brazil: conservation attitudes of cocoa planters. **The Environmentalist** 14: 107-119. 1994.

ALVIM, P.T. Cocoa research in Brazil. In: SIMMONS, J. (Ed.). **Cocoa production: economic and botanical perspectives**. Nova York: Praeger, 1976. p. 272-298.

ALVIM, P.T. Cacao. In: ALVIM, P. T.; KOZLOWSKI, T. T. **Ecophysiology of tropical crops**. Nova York: Academic Press, 1977. p. 279-313.

ANDERSON, J.M.. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral Ecology**, 26, 32–46. 2001.

ANDERSON, J.M., Succession, diversity and trophic relationships of some soil animals in decomposing leaf litter. **Journal of Animal Ecology** 44, 475 e 495. 1975.

ANDERSON, J.M.; SWIFT, M.J. Decomposition in tropical forests. In: SUTTON, S.L.; WHITMORE, T.C.; CHADWICK, A.C. (Ed), **Tropical rain forest: ecology and management**. Blackwell, Oxford. 1983. p.287-309.

ATTIGNON, S.E.K. **Invertebrate diversity and the ecological role of decomposer assemblages in natural and plantation forests in Southern Benin**. 2004. Tese de PhD, University of Basel, Faculty of Science. Basel.

BARKER, M.G.; SUTTON, S.L. Low-tech methods for forest canopy access. **Biotropica**, 29: 243-247. 1997.

BASSET, Y.; ABERLENC, H.-P.; DELVARE, G. Abondance, diversité et stratification verticale de l'entomofaune d'une forêt tropicale humide africaine. In: HALLÉ, F.; PASCAL, O. (eds) **Biologie dune canopée de forêt équatoriale - II. Rapport de Mission: Radeau descimes octobre novembre 1992**, Réserve de Campo, Cameroun. Fondation Elf, Paris, pp. 45-52.

BEAVER, R.A. Biological studies of Brazilian Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera). V. the tribe Xyleborini. **Zeitschrift für Angewandte Entomologie**, Hamburg, v.80, p. 15-30. 1976.

BEER, J.; MUSCHLER R.; KASS D.; SOMARRIBA, E. 1998.Shade management in coffee and cacao plantations. **Agroforest Systems**. 38, 139–164.

BEHAN-PELLETIER, V.M. Oribatid mite biodiversity in agro ecosystems: role for bioindication. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. Amsterdam, v. 74, p. 411-423. 1999.

BELLINI, B.C.; ZEPPELINI, D. Registros da fauna de Collembola (Arthropoda, Hexapoda) no Estado da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**. 53(3): 386–390. 2009.

BOCOCK, K.L.; GILBERT, O.J.W. The disappearance of leaf litter under different woodland conditions. **Plant and Soil** 9,179–185. 1957.

BONDAR, G. **A cultura do cacau na Bahia**. São Paulo: Empresa Gráfica da Revista dos Tribunais. Boletim Técnico, 1. 1938.

BOS, M.M.; STEFFAN-DEWENTER, I.; TSCHARNTKE, T. The contribution of cacao agroforests to the conservation of lower canopy ant and beetle diversity in Indonesia.**Biodiversity and Conservation**.16, 2429–2444. 2007.

BRADY, N.C. O solo em perspectiva. In:_____. **Natureza e propriedades do solo**. 1989. Trad. FIGUEIREDO FILHO, A. 7 ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos. Cap. 1, p. 3-39.

BUZZI, Z.J. **Entomologia didática**. Editora da UFPR, 2002. Curitiba.

CASSANO, C.R. et. al. Landscape and farm scale management to enhance biodiversity conservation in the cocoa producing region of southern Bahia, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 18, n. 3, p. 577-603, 2009.

CASTANHO, C.D.; OLIVEIRA, A.A. Relative effect of litter quality, forest type and their interaction on leaf decomposition in south-east Brazilian forests. **Journal of Tropical Ecology**, vol. 24, n. 2, p. 149-156. 2008.

CLOUGH, Y. et. al. Local and landscape factors determine functional bird diversity in Indonesian cacao agroforestry. **Biology Conservation**. 142, 1032–1041. 2009.

CRAWLEY, M.J. **The R Book**. (1th ed.). Jhon Willey & Sons Ltd. 2007.

DA ROCHA, W.D. **As formigas associadas às plantas epífitas e sua contribuição ao manejo dos cacauais do sudeste da Bahia**. 2010. Dissertação de mestrado. UESC. Ilhéus, BA. 85 pag.

DAHLQUIST, R.M.; WHELAN M.P.; WINOWIECKI L. Incorporating livelihoods in biodiversity conservation: a case study of cacao agroforestry systems in Talamanca, Costa Rica. **Biodiversity Conservation**, v. 16, p. 2.311–2.333. 2007.

DELABIE, J.H.C.; et. al. Paisagem cacaueira no sudeste da Bahia: desafios e oportunidades para a conservação da diversidade animal no século XXI. **Agrotrópica**, Itabuna, BA, v. 23, n. 2/3, p. 107 – 114. 2011.

DELABIE, J.H.C.; et. al. Contribution of cocoa plantations to the conservation of native ants (Insecta: Hymenoptera: Formicidae) with a special emphasis on the Atlantic Forest fauna of southern Bahia, Brazil. **Biodiversity and Conservation** 16: 2359-2384. 2007.

DELABIE, J.H.C.; et. al. Sampling effort and choice of methods. *In*: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E. & SCHULTZ, T. R. eds. **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington, Smithsonian Institution. p.145-154. 2000.

DELAMARE-DEBOUTEVILLE, C. Étuden quantitative Du peuplement animal des sols suspendu et des ephyphytes em forêt tropicale. **Compt. Rend. DE L'ACAD. DU SCI**. 226:1544–1546. 1948.

DIAS-LIMA, A.; et. al. Estratificação vertical da fauna de flebótomos (Diptera, Psychodidae) numa floresta primária de terra firme da Amazônia Central, Estado do Amazonas, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**.18(3):823-832. 2002.

EIJSACKERS, H.; ZEHNDER, A.J.B. Litter Decomposition: A Russian Matriochka Doll. **Biogeochemistry** Vol. 11, No. 3, pp. 153-174. 1990.

ERWIN, T.L. Tropical forest: their richness in Coleoptera and other arthropod species. **The Coleopterists Bulletin**, 36 (1): 74-75. 1982.

ERWIN, T.L. Tropical forest: their richness in Coleoptera and other arthropod species. **The Coleopterists Bulletin**, 36 (1): 74-75. 1982.

FALCO, L.; MOMO, F.; CRAIG, E. Asociaciones de lombrices de tierra y surelación com la cobertura vegetal em suelos forestados de Argentina. **Revista Chilena de Historia Natural**, 68: 523-528. 1995.

FILSER, J., The role of Collembola in carbon and nitrogen cycling in soil. **Pedobiologia** 46, 234 e 245. 2002.

FRANCO, M.A.G., et al. **Program of the environmental development of the rain forest region in Bahia, Brazil**: development of a methodology. Stuttgart, University of Stuttgart, 1994.

GOLLEY, F.B. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. São Paulo, EPU: EDUSP. 1978.

GONZÁLEZ, G.; SEASTEDT, T.R. Soil fauna and plant litter decomposition in tropical and subalpine forests. **Ecology**, 82 (4): 955-964. 2001.

GOODLAND, R.J.A. Uma nova e importante oportunidade de financiar a preservação da biodiversidade. In: WILSON, E.O. (Ed.). **Biodiversidade**. 1997. Rio de Janeiro: Nova Fronteira,

GRAMACHO, I.C.P. et. al. **Cultivo e beneficiamento do cacau na Bahia**. Ilhéus: CEPLAC, 1992.

HARMON, M.E; et. al. Decomposition and Mass of Woody Detritus in the Dry Tropical Forests of the Northeastern Yucatan Peninsula, Mexico. **Biotropica**, Vol. 27, No. 3, pp. 305-316. 1995.

HARTENSTTEIN, R. Soil Oribatei. VII. Decomposition of conifer needles and deciduous leaf petioles by *Steganacarus diaphanus* (Acarina: Phtiracaridae). **Annals Entomology Society American**, 55: 713-716. 1962.

HASEGAWA, M.; TAKEDA, H. Carbon and nutrient dynamics in decomposing needle litter in relation to fungal abundances. **Pedobiologia**, v. 40, p. 171–184. 1996.

HATTENSCHWILER, S.; GASSER, P. Soil animals alter plant litter diversity effects on decomposition. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**, 102, 1519–1524. 2005.

HÄTTENSCHWILER, S.; TIUNOV, A.V.; SCHEU, S. Biodiversity and Litter Decomposition in Terrestrial Ecosystems. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, Vol. 36, pp. 191-218. 2005.

HENEGHAN, L., et al. Soil microarthropod contributions to decomposition dynamics: tropical-temperate comparisons of a single substrate. **Ecology**, 80 (6): 1873-1882. 1999.

HOOPER, D.U. et. al. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge and needs for future research. **Ecological Monographs**, 75, 3–35. 2005.

JOHNS, N.D. Conservation in Brazil's chocolate forest: the unlike persistence of the traditional cocoa agroecosystem. **Environmental Management** 23: 31- 47. 1999.

KAMPICHLER, C.; BRUCKNER, A. 2009. The role of microarthropods in terrestrial decomposition: a meta-analysis of 40 years of litterbag studies. **Biological Reviews** 84 (2009) 375–389.

KARBERG J.N.; SCOTT A.N.; GIARDINA P.C. Methods for Estimating Litter Decomposition. In: HOOVER M.C. **Field Measurements for Forest Carbon Monitoring: A Landscape-Scale Approach**. 2008. Springer Netherlands. pág. 103-111.

KNOEPP, J.D., COLEMAN, D.C., CROSSEY Jr., D.A., CLARK, J.S. 2000. Biological indices of Soil quality: an ecosystem case study of their use. **Forest Ecology and Management**, v.138, p.357- 368.

KRANTZ, G.W.; WALTER, D.E. **A Manual of Acarology**. 3rd ed. [S.l.]: Texas Tech University Press. 2009. ISBN 978-0896726208.

LAVELLE, P. et. al. A hierarchical model for decomposition in terrestrial ecosystems: application to soils of the humid tropics. **Biotropica**, 25 (2): 130-150. 1993.

LEAKEY, R.R.B. Agroforestry for biodiversity in farming systems. In: COLLINS, W.W., QUALSET, C.O. (Eds.). **Biodiversity in agroecosystems**. 1999. Florida: CRC Press, p. 127-146.

LINDO, Z., WINCHESTER, N.N. Oribatid mite communities and foliar litter decomposition in canopy suspended soils and forest floor habitats of western redcedar forests, Vancouver Island, Canada. **Soil Biology & Biochemistry** 39: 2957-2966. 2007.

LOBÃO, D.E. et. al. Cacau Cabruca – sistema agrossilvicultural tropical. In: VALLE, R. R. (Ed.). **Ciência, tecnologia e manejo do cacau**. 2007. Itabuna: Gráfica e Editora Vital, p. 290-323.

LOBÃO, D.E. et. al. Cacau-Cabruca: um modelo sustentável de agricultura tropical. **Indícios Veementes**, São Paulo, v. 3, p.10- 24. 1997.

MANDARINO, E.P. Implantação de cacauzeiros sob mata raleada nas condições da Bahia. In: INTERNATIONAL COCOA RESEARCH CONFERENCE, 7., 1979, Douala. Anais International Cocoa Research Conference. Douala: Cocoa Producers' Alliance, 1979. p. 31-36.

MANDARINO, E.P.; SANTOS, U. **Cultivo do cacauzeiro para a Bahia e Espírito Santo. Ilhéus**: CEPLAC, 1978.

MARAUN, M.; VISSER, S.; SCHEU, S. Oribatid mites enhance the recovery of the microbial community after a strong disturbance. **Applied Soil Ecology**, v.9, p.175-181. 1998.

MASON, C.F. **Decomposição**. Trad. CAMARGO, O.A. São Paulo: EPU: Editora da Universidade de São Paulo. 1980.

MENDES, F.A.T. A cacauicultura na Amazônia brasileira: potencialidades, abrangência e oportunidades de negócio. **Movendo Ideias**, v. 5, n. 8, p. 53-61, 2000.

MIRANDA-RANGEL, A.; PALACIOS-VARGAS, J.G. Estudio Comparativo de las comunidades de colémbolos edáficos de bosque de *Abies religiosa* y cultivo de haba (*Vicia faba*). **Agrociencia**, Serie Proteccion Vegetal, 3: 1–14. 1992.

MONTAGNINI, F.; JORDAN, C. Reciclaje de nutrientes. In: GUARIGUATA, M.R.; KATTAN, G. H. (Ed.). **Ecología y conservación de bosques neotropicales**. 2002. Cartago: Ediciones LUR, Cap. 23, p. 591-623.

MORAES, G.J de; FLECHTMANN, C.H.W. **Manual de Acarologia: Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil**. Holos: Ribeirão Preto. 2008. 308 p.

MORATO, E.F. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias na Amazônia Central. 11. Estratificação vertical. **Revista brasileira de Zoologia**. 18 (3): 737 – 747. 2001.

MORI, S.A., et al. Southern Bahia moist forests. **Botanical Review**, 49: 155-232. 1983.

MÜLLER, M.W.; GAMA-RODRIGUES, A.C. Sistemas agroflorestais com o cacauzeiro. In: VALLE, R. R. **Ciência, Tecnologia e Manejo do cacauzeiro**. Ilhéus: CEPLAC, 2007.

MURILLO, R.M. et. al. Variación estacional de La entomofauna asociada a *Tillandsia* spp. en una zona de transición biótica. **Southwestern Entomology** 8:292–302. 1983.

NADKARNI N.M., et. al. Ecosystem ecology and forest dynamics. In: NADKARNI N.M.; WHEELWRIGHT N.T. (eds), **Monteverde: Ecology and Conservation of a Tropical Cloud Forest**. 2000. Oxford University Press, New York, pp. 303–350.

NAIR, P.K.R. **An introduction to agroforestry**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 1993.

NASCIMENTO, F.R. **A crise da lavoura cacauzeira: sua natureza e soluções - uma análise das possibilidades do cacau**. Brasília: IPEA, 1994. (Estudos de Política Agrícola. Documentos de Trabalho, 26).

OLIVEIRA, A.R. **Efeito do Baculovirus anticarsia sobre Oribatida edáficos (Arachnida: Acari) na cultura da soja**. 1999. 69 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

OSONO, T. Phyllosphere fungi on leaf litter of *Fagus crenata*: occurrence, colonization, and succession. **Canadian Journal of Botany** 80: 460-469. 2002.

PALACIOS-VARGAS, J.G. Microartrópodos del Popocatepetl (Aspectos ecológicos y biogeográficos de los ácaros e insectos colémbolos). 1985. Tese de doutorado. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F. 132 pp.

PALACIOS-VARGAS, J.G.; CASTAÑO-MENESES, G. Collembola associated with *Tillandsiaviolaceae* (Bromeliaceae) in Mexican Quercus-Abies forests. **Pedobiologia** 46: 395-403. 2002.

PARKER, L.W., et al. Carbon and nitrogen dynamics during the decomposition of litter and roots of a Chihuahuan desert annual, *Lepidium lasiocarpum*. **Ecological Monographs** 54, 339–360. 1984.

PEDROSA-MACEDO, J.H. Risco da não utilização de resíduos florestais. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL. 5., Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1984. p. 40-49.

PFLUG, A.; WOLTERS, V. Influence of drought and litter age on Collembola communities. **European Journal of Soil Biology** 37, 305 e 308. 2001.

POWERS, J.S., et al. Decomposition in tropical forests: a pan-tropical study of the effects of litter type, litter placement and mesofaunal exclusion across a precipitation gradient. **Journal of Ecology**; 97, 4; 801-811. 2009.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Version 2.13. 2014. User's guide and application published: <http://www.R-project.org>.

RAMOS, R.; MARTINS, A.S. Economia do cacau. In: VALLE, R. R. **Ciência, tecnologia e manejo do cacau**. Ilhéus: CEPLAC, 2007.

RIBEIRO, S.P.; CORBARA, B. Dossel florestal: a fronteira desconhecida. **Ciência Hoje**, vol. 37, nº 217. 2005.

RIBEIRO, S.P.; BASSET, Y. Gall-forming and free-feeding herbivory along vertical gradients in a lowland tropical rainforest: the importance of leaf sclerophylly. **Ecography**, 30: 663-672. 2007.

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**. 5. ed Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2003.

ROSÁRIO, M.; et. al. **Cacau: história e evolução no Brasil e no mundo**. Ilhéus: CEPLAC, 1978.

ROSENBERG, D.M.; DANKS, H.V.; LEHMKUHL, D.M. Importance of insects in environmental impact assessment. **Environmental Management**, v.10, n.6, p.773-783. 1986.

RUSEK, J. Biodiversity of Collembola and their functional role in the ecosystem. **Biodiversity Conservation**. 7:1207-1219. 1998.

SAKAI, N. The scientific basis and present status of sustainable agriculture. **Journal of Developments in Sustainable Agriculture**, v. 4, n. 1, p. 7-10. 2009.

SAMBUICHI, R.H.R. Fitossociologia e diversidade de espécies arbóreas em cabruca (Mata Atlântica raleada sobre plantação de cacau) na região Sul da Bahia, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, n. 1, p. 89-101. 2002.

SANQUETTA, C.R. Análise da estrutura vertical de florestas através do diagrama h-M. **Ciência Florestal**, v. 5, n. 1, p.55-68. 1995.

SANTOS, P.F.; WHITFORD, W. The effects of microarthropods on litter decomposition in Chihuahuan desert ecosystems. **Ecology**, 62: 654-663. 1981.

SAUTTER, K.D.; SANTOS, H.R. Insetos bioindicadores na recuperação de solos. **Ciência Hoje**. 12(72):20-21. 1991.

SCHADLER, M.; BRANDL, R. Do invertebrate decomposers affect the disappearance rate of litter mixtures? **Soil Biology & Biochemistry**, 37, 329–337. 2005.

SCHROTH, G. et. al. **Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes**. Washington: Island Press, 2004.

SEASTEDT, T.R. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. **Annual Review of Entomology**, v. 29, p. 25-46. 1984.

SEI - Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Municípios em síntese**. Cultura por município, 2008. IBGE – Pesquisa Agrícola Municipal.

SMITH, V.C.; BRADFORD, M.A. Litter quality impacts on grassland litter decomposition are differently dependent on soil fauna across time. **Applied Soil Ecology**, 24 197–203. 2003.

SOMARRIBA, E.; BEER, J. Productivity of *Theobroma cacao* agroforestry systems with timber or legume service shade trees. **Agroforestry Systems**, v. 81, n. 2, p. 109-121. 2010.

ST. JOHN, T.V. Influence of litterbags on growth of fungal vegetative structures. **Oecologia** 46, 130–132. 1980.

STORK, N.E. Insect diversity: facts, fiction and speculation. **Biological Journal of the Linnean Society**, 35: 312-337. 1988.

STUNTZ, S.; et. al. Diversity and structure of the arthropod fauna within three canopy epiphyte species in central Panama. **Journal of Tropical Ecology** 18:161–176. 2002.

SWIFT, M.J.; HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Oxford, Blackwell. 1979.

TAKEDA, H., A 5 year study of pine needle litter decomposition in relation to mass loss and faunal abundances. **Pedobiologia**, 32, 221 e 226. 1988.

TAKEDA, H., Changes in the collembolan community during the decomposition of needle litter in a coniferous forest. **Pedobiologia**, 39, 304 e 317. 1995.

TEIXEIRA, L.B.; SCHUBART, H.O.R. **Mesofauna do solo em áreas de floresta e pastagem na Amazônia**. 1988. Central. Belém: EMBRAPA. CPATU. P. 1-16 (Boletim de pesquisa. EMBRAPA. CPATU, 95).

TREVIZAN, S.D.P.; MARQUES, M. Impactos socioeconômicos da crise do cacau: um estudo de comunidade-caso. **Agrotrópica**, Bahia, v. 14, n. 3, p. 127–136, 2002.

TRIPLEHORN, C.A.; JOHNSON, N.F. **Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects**. 7nd ed. Thomson Brooks/Cole, Belmont. 2005.

USHER, M.B.; BOOTH, R.G.; SPARKES, K. A review of progress in understanding the organization of soil arthropods. **Pedobiologia**, 23:126-144. 1982.

VAN STRAALLEN, N. Evolution of bioindicator systems derived from soil arthropod communities. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, , v. 9, p. 429-437. 1998.

VIRGENS, A.C.V.F.; ALVIM, R.; ARAÚJO, A.C. Plantio de cacauzeiros sob seringais adultos na região Sul da Bahia. In: INTERNATIONAL COCOA RESEARCH CONFERENCE, 1988, Lagos. **Anais International Cocoa Research Conference**. Lagos: Cocoa Producers' Alliance, 1989.

WITKAMP, M.; OLSON, J.S. Breakdown of confined and nonconfined oak litter. **Oikos** 14, 138–147. 1963.

WOOD, G.A.R.; LASS, R.A. **Cocoa**. 4. ed. Londres: Blackwell Science, 1985.

WOOD, S.L. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera:Scolytidae), a taxonomic monograph. **Great Basin Naturalist Memoirs**, Uthat, 1359 p. 1982.

YANOVIK S.P.; NADKARNI N.M. 2001. Arthropod diversity in epiphytic bryophytes of a neotropical cloud forest. In: Ganeshiah K.N., Shaanker R.U. and Bawa K.S. (eds), **Tropical Ecosystems: Structure, Diversity and Human Welfare**. Proceedings of the International Conference on Tropical Ecosystems, Bangalore, India, 15–18 July 2001. Oxford-IBH, New Delhi, India, pp. 416–419.

ZEPPELINI, D.F.; BELLINI, B.C. **Introdução ao estudo dos Collembola**. João Pessoa, Paraíba: Editora Universitária, Universidade Federal da Paraíba. 82 p. 2004.