

FAUNA DO SOLO EM DIFERENTES AGROSSISTEMAS DE CACAU
NO SUL DA BAHIA

MARIA KELLEN DA SILVA MOÇO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO - UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO - 2006

**FAUNA DO SOLO EM DIFERENTES AGROSSISTEMAS DE CACAU
NO SUL DA BAHIA**

MARIA KELLEN DA SILVA MOÇO

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Mestre em Produção Vegetal.”

Orientadora: Prof^a. Emanuela Forestieri da Gama-Rodrigues

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO - 2006

FAUNA DO SOLO EM DIFERENTES AGROSSISTEMAS DE CACAU
NO SUL DA BAHIA

MARIA KELLEN DA SILVA MOÇO

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Mestre em Produção Vegetal.”

Aprovada em 15 de fevereiro de 2006.

Comissão examinadora:

Dr^a Regina Cele Rebouça Machado (Ph.D., Fisiologia Vegetal) – Almirante Cacau

Prof. Alexandre Pio Viana (D. Sc., Produção Vegetal) – UENF

Prof. Antônio Carlos da Gama-Rodrigues (D. Sc., Ciência do Solo) – UENF
Co-orientador

Prof^a Emanuela Forestieri da Gama-Rodrigues (Ph.D., Ciência do Solo) - UENF
Orientadora

“Todas as coisas concorrem para o bem daqueles
que amam a Deus.”

Romanos 8, 28

Ao meu pai Octaviano (“*in memoriam*”), à minha mãe Marlene e à minha irmã Kátia que são, com Deus, meus verdadeiros intercessores.

DEDICO E OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conduzir nesta jornada.

À UENF pela oportunidade de realização do curso.

À Almirante Cacau pela concessão da bolsa e apoio financeiro.

À Professora Emanuela Forestieri da Gama-Rodrigues pela orientação, incentivo e, principalmente, pela amizade.

Ao Professor Antônio Carlos da Gama-Rodrigues pelo apoio e incentivo na execução deste trabalho.

À Doutora Regina Cele Rebouça Machado pela contribuição para a realização deste trabalho.

À pesquisadora da Embrapa Agrobiologia Maria Elizabeth Correia por todo o conhecimento passado sobre a fauna do solo desde a iniciação científica.

À Professora Magali Hoffman pelo auxílio na identificação da fauna.

Às técnicas do Laboratório de Solos Kátia Regina e Vanilda, pela colaboração nas análises de laboratório e pelo agradável convívio no dia-a-dia.

Ao Alexandre pela colaboração na coleta das amostras no campo, nas análises no laboratório e, principalmente, por sua amizade.

Ao Sidy pela atenção e sugestões quanto à revisão de literatura.

Ao pessoal da Almirante Cacau, à Karine e ao Francisco Zaia pela ajuda na coleta das amostras no campo e pela amizade.

À Carmen, Joice, Patrícia Barreto, Joseane, Rejane, Danielle e Leisiani pela amizade e convivência.

À Josane e Maíra, que mesmo distantes, sempre me apoiaram através da amizade.

Às amigas da graduação Cláudia Carolina, Janaína, Valéria, Cláudia Prins, Patrícia Gomes e Renata pela amizade e carinho.

Aos amigos da UENF Silvana, Miriam, Lívia, Gláucia, Gleícia, Victor, Fábio, Thiago Lírio, Daniel, Roberto, Luisão e Juliano pelo companheirismo.

Ao meu pai Octaviano (*“in memoriam”*), à minha mãe Marlene e à irmã Kátia Simone pelo carinho, apoio e incentivo.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a concretização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Agrossistemas de cacau.....	4
2.2. Fauna do solo.....	7
2.3. A fauna do solo como indicadora de qualidade do solo.....	10
2.4. Ambiente edáfico.....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1. Local de estudo.....	16
3.2. Avaliação da fauna do solo.....	17
3.3. Análises do solo e da serapilheira.....	20
3.4. Análise estatística.....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23

4.1. Caracterização da fauna do solo.....	23
4.1.1. Composição da fauna edáfica.....	23
4.1.2. Distribuição da fauna em função da cobertura vegetal.....	24
4.1.3. Variação sazonal da fauna do solo.....	28
4.1.4. Grupos funcionais.....	34
4.2. Fauna do solo relacionada às características do solo.....	50
4.3. Fauna do solo relacionada à qualidade da serapilheira.....	55
5. CONCLUSÕES.....	61
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
APÊNDICE.....	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Atividades das diferentes categorias da fauna do solo nos processos de ciclagem de nutrientes e estruturação do solo

Quadro 2: Divisão da fauna em grupos funcionais

Quadro 3: Composição geral da fauna edáfica nas áreas pesquisadas (solo e serapilheira entre as três épocas de coleta)

Quadro 4: Densidade da fauna do solo e da serapilheira

Quadro 5: Riqueza da fauna do solo e da serapilheira

Quadro 6: Índice de diversidade de Shannon do solo e da serapilheira

Quadro 7: Índice de uniformidade de Pielou do solo e da serapilheira

Quadro 8: Distribuição no solo do grupo classificado como 'Outros' (densidade inferior a 2%) nas diferentes coberturas vegetais nas três épocas de coleta

Quadro 9: Distribuição na serapilheira do grupo classificado como 'Outros' (densidade inferior a 2%) nas diferentes coberturas vegetais nas três épocas de coleta

Quadro 10: Grupos saprófagos presentes no solo entre as áreas estudadas..48

Quadro 11: Grupos saprófagos presentes na serapilheira entre as áreas estudadas

Quadro 12: Caracterização química e física do solo sob as diferentes coberturas estudadas

Quadro 13: Composição química da serapilheira das diferentes coberturas estudadas (em g/kg)

Quadro 1A: Análise de variância do número de indivíduos m^{-2} (densidade) e de grupos encontrados (riqueza) no solo sob diferentes coberturas através do somatório das três coletas

Quadro 2A: Análise de variância do número de indivíduos m^{-2} (densidade) e de grupos encontrados (riqueza) na serapilheira sob diferentes coberturas através do somatório das três coletas

Quadro 3A: Análise de variância da densidade e riqueza por área e compartimento (solo e serapilheira)

Quadro 4A: Grupos do solo que apresentaram densidades diferentes entre as épocas estudadas

Quadro 5A: Grupos da serapilheira que apresentaram densidades diferentes entre as épocas estudadas

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Precipitação pluviométrica (em mm) nos municípios de Barro Preto e Uruçuca, entre agosto de 2003 e agosto de 2004

Figura 2: Bateria de extratores Berlese-Tüllgren

Figura 3: Número de indivíduos m^{-2} e de grupos encontrados no solo sob diferentes coberturas através do somatório das três coletas

Figura 4: Número de indivíduos m^{-2} dos principais grupos encontrados no solo sob diferentes coberturas através do somatório das três coletas

Figura 5: Número de indivíduos m^{-2} e de grupos encontrados na serapilheira sob diferentes coberturas através do somatório das três coletas

Figura 6: Número de indivíduos m^{-2} dos principais grupos encontrados na serapilheira sob diferentes coberturas através do somatório das três coletas

Figura 7: Grupos do solo (a) e da serapilheira (b) que apresentaram densidades diferentes entre as épocas estudadas

Figura 8: Distribuição dos grupos de fauna identificados no solo das diferentes coberturas vegetais em setembro de 2003

Figura 9: Distribuição dos grupos de fauna identificados na serapilheira das diferentes coberturas vegetais em setembro de 2003

Figura 10: Distribuição dos grupos de fauna identificados no solo das diferentes coberturas vegetais em fevereiro de 2004

Figura 11: Distribuição dos grupos de fauna identificados na serapilheira das diferentes coberturas vegetais em fevereiro de 2004

Figura 12: Distribuição dos grupos de fauna identificados no solo das diferentes coberturas vegetais em agosto de 2004

Figura 13: Distribuição dos grupos de fauna identificados na serapilheira das diferentes coberturas vegetais em agosto de 2004

Figura 14: Grupos funcionais no solo e na serapilheira em setembro de 2003

Figura 15: Grupos funcionais no solo e na serapilheira em fevereiro de 2004

Figura 16: Grupos funcionais no solo e na serapilheira em agosto de 2004

Figura 17: Diagrama de ordenação dos grupos da fauna (a), dos atributos do solo (b) e das áreas (c) no solo em setembro de 2003 em uma análise de componentes principais

Figura 18: Diagrama de ordenação dos grupos da fauna (a), atributos do solo (b) e das áreas (c) no solo em fevereiro de 2004 em uma análise de componentes principais

Figura 19: Diagrama de ordenação dos grupos da fauna (a), dos atributos do solo (b) e das áreas (c) no solo em agosto de 2004 em uma análise de componentes principais

Figura 20: Diagrama de ordenação dos grupos da fauna (a), da composição química da serapilheira (b) e das áreas (c) na serapilheira em setembro de 2003 em uma análise de componentes principais

Figura 21: Diagrama de ordenação dos grupos da fauna (a), da composição química da serapilheira (b) e das áreas (c) na serapilheira em fevereiro de 2004 em uma análise de componentes principais

Figura 22: Diagrama de ordenação dos grupos da fauna (a), da composição química da serapilheira (b) e das áreas (c) na serapilheira em agosto de 2004 em uma análise de componentes principais

RESUMO

MOÇO, MARIA KELLEN DA SILVA, MS. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Fevereiro de 2006. Fauna do solo em diferentes agrossistemas de cacau no sul da Bahia. Orientadora: Emanuela Forestieri da Gama-Rodrigues; Co-orientador: Antônio Carlos da Gama-Rodrigues.

O presente trabalho objetivou caracterizar a densidade e diversidade da meso e macrofauna do solo e avaliar a sua relação com as características do ambiente edáfico em agrossistemas de cacau localizados no sul da Bahia. As áreas pesquisadas se dividem em: Cacau renovado com sombreamento definitivo de eritrina (CRE), Cacau renovado cabruca (CRC), Cacau antigo cabruca (CAC), Cacau antigo com sombreamento definitivo de eritrina (CAE), Jardim clonal (JC) e Mata (M). Foram coletadas amostras de solo (até a profundidade de 5 cm) e serapilheira em setembro de 2003, em fevereiro e agosto de 2004, utilizando-se um gabarito de 0,25 m x 0,25 m. A separação da fauna do solo foi conduzida conforme o método de extração de funis de Berlese-Tüllgren. Dos dados obtidos foram calculados a densidade (número de indivíduos por m²), a riqueza (número de grupos da fauna encontrados) e os índices de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e). Para avaliar a relação entre os grupos da fauna e os

atributos do solo e da serapilheira foi realizada uma análise de componentes principais (ACP), utilizando-se o programa Canoco. De modo geral, a fauna do solo variou em função da sazonalidade, cobertura vegetal, características do solo e qualidade da serapilheira. As maiores densidade e riqueza, no solo e na serapilheira, foram observadas em fevereiro (verão). Além disso, a comunidade da fauna apresentou-se dominada por Formicidae e Collembola. O compartimento serapilheira apresentou maior densidade e riqueza quando comparada ao solo, exceto na mata onde foi encontrado maior número de indivíduos por m² no solo. A área CRC apresentou a mais alta densidade no solo (1508 indivíduos por m² em fevereiro /2004) e na serapilheira (3556 indivíduos por m² em agosto /2004). Quanto à riqueza, as áreas CAE e CRC tiveram maiores médias de grupos no solo (11,5 grupos em fevereiro/2004), enquanto na serapilheira se destacou CRC (18,3 grupos em agosto /2004). Os maiores valores de índices de diversidade e uniformidade ocorreram no solo em CRE (H = 3,19 e e = 0,78 em fevereiro /2004) e na serapilheira da Mata (H = 3,37 e e = 0,82 em fevereiro /2004), acompanhada por CAC (H = 2,90 e e = 0,70 em setembro /2003). De acordo com a análise de componentes principais, os teores de carbono, nitrogênio e argila foram os atributos do solo que mais influenciaram na colonização da fauna do solo, enquanto na serapilheira o teor de nitrogênio e lignina foram os componentes que mais se relacionaram com a fauna da serapilheira.

ABSTRACT

MOÇO, MARIA KELLEN DA SILVA, MS. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, February de 2006. Soil fauna in different cacao agrosystems in the south of the Bahia. Advisor: Emanuela Forestieri da Gama-Rodrigues; Co-advisor: Antônio Carlos da Gama-Rodrigues.

The present work objectified to characterize the density and diversity of meso and macrofauna of the soil and to evaluate its relation with the characteristics of the soil environment in cacao located in the south of the Bahia. The searched areas if divide in: cocoa renewed in system under *Erythrina* sp. (CRE), cocoa renewed in forest system (CRC), old cocoa in forest system (CAC), old cocoa in system under *Erythrina* sp. (CAE), collection of cocoa germoplasm (JC) and natural forest (M). Soil samples (until the depth of 5 cm) and litter had been collected in September of 2003, in February and August of 2004, using a square of 0,25 m x 0,25 m. The separation of the soil fauna was lead in agreement the method of extration of Berlese-Tüllgren. Of the gotten data they had been calculated the density (number of individuals m^{-2}), the richness (group number of the fauna) and the indices of diversity of Shannon (H) and uniformity of Pielou (e). To evaluate the relation it

enters the groups of the fauna and the attributes of the soil and the litter were carried through principal component analysis (ACP), using the Canoco program. In general way, the soil fauna varied in function of the seasonal, vegetal covering, characteristics of the soil and quality of the litter. Biggest the density and richness, in the soil and the litter, had been observed in the February (summer). Moreover, the community of the fauna presented itself dominated for Formicidae and Collembola. The compartment litter presented greater density and richness when compared with the soil, except in the forest where bigger number of individuals m^{-2} in the soil was found. Area CRC presented the highest density in the soil (1508 individuals for m^2 in February / 2004) and in the litter (3556 individuals for m^2 in August / 2004). How much to the richness, areas CAE and CRC had had average greater of groups in the soil (11,5 groups in February / 2004), while in the litter if it detached CRC (18,3 groups in August /2004). The biggest values of diversity indices and uniformity had occurred in the soil in CRE ($H = 3,19$ and $e = 0,78$ in February /2004) and in the litter of forest ($H = 3,37$ and $e = 0,82$ in February /2004), followed for CAC ($H = 2,90$ and $e = 0,70$ in September /2003). In accordance with principal component analysis, the carbon, nitrogen and clay texts had been the attributes of the soil that had more influenced in the settling of the soil fauna, while in the litter the nitrogen text and lignin had been the components that had more become related with the litter fauna.

1. INTRODUÇÃO

Uma das conseqüências da ação antrópica sobre o meio ambiente é a degradação e empobrecimento do solo em um determinado ecossistema. O uso indiscriminado e excessivo de agroquímicos, o manejo intensivo e a perda da vegetação (biodiversidade) têm levado ao desequilíbrio ecológico do solo. Estas práticas resultam em decréscimo da contribuição dos processos biológicos para a nutrição de plantas e para o controle biológico de pragas e doenças, além de outros efeitos, como a degradação física do solo que afeta os organismos que contribuem para a agregação e a estabilidade do solo (Siqueira et al., 1999). Em razão disso, a manutenção do estado biológico de um solo é geralmente encarada como um fator chave da produção sustentável e que assegura ao ecossistema funções como a decomposição, a ciclagem de nutrientes e a gênese estrutural.

Por este motivo, torna-se necessário implantar sistemas de manejo sustentáveis, ou seja, que garantam a manutenção da capacidade produtiva e melhoram a qualidade florística e edáfica desses ecossistemas. Os sistemas agroflorestais, como o do cacau, são considerados eficientes comunidades

vegetais, tanto por proteger os solos tropicais contra os agentes de degradação, como por permitir a preservação das florestas e sua valorização econômica.

O desenvolvimento de um sistema sustentável exige a utilização de indicadores mensuráveis, capazes de atestar o estado geral da qualidade do solo e com aplicabilidade em qualquer situação. Dentre estes, os que mais dependem de ações de pesquisa para serem desenvolvidos são aqueles baseados na diversidade e atividade da biota do solo.

A biota do solo, componente fundamental na ciclagem de nutrientes, é sensível aos impactos de origem antrópica, bem como a propriedades inerentes do próprio ecossistema, tais como o clima, o solo e a vegetação. Esta habilidade para integrar propriedades físicas, químicas e biológicas do ecossistema, torna os organismos do solo, particularmente aqueles da fauna, um potencial bioindicador da qualidade do solo (Doran e Zeiss, 2000).

Alterações na densidade e diversidade da fauna do solo são observadas em ecossistemas que sofreram algum tipo de intervenção na sua cobertura vegetal. Desta forma, mudanças na abundância relativa e diversidade das espécies de invertebrados do solo constituem-se em um bom indicador de alterações no sistema (Curry e Good, 1992; Giller et al. 1997). Por abundância, entende-se a relação entre uma medida de importância (quantidade ou biomassa) de uma determinada espécie ou grupo presente associada a alguma unidade de espaço (m^2 ou ha), enquanto a diversidade está associada a uma relação entre o número de espécies ou grupos (riqueza) e a distribuição do número de indivíduos entre as espécies ou grupos (equitabilidade) (Correia e Oliveira, 2000; Walker, 1989).

A fauna do solo influencia vários níveis da cadeia trófica através da sua atuação nos processos bioquímicos do solo, como a decomposição da matéria orgânica, estabelecendo um processo de interdependência com a cobertura vegetal (Nüsslein e Tiedje, 1999). Além disso, a composição da comunidade de plantas pode influenciar a diversidade da fauna do solo devido à variabilidade na composição química e orgânica da serapilheira depositada na superfície do solo (Christensen, 1989) e através da alteração das condições microclimáticas tais como, temperatura, umidade e habitat físico (Martius et al., 2004).

A importância da serapilheira para a distribuição e atividade da fauna edáfica, já é reconhecida desde o século passado, quando foram observadas

peculiaridades comportamentais e fisiológicas destes organismos em presença de espécies vegetais produtoras de resíduos de baixa qualidade (alta relação C:N, altos teores de polifenóis e lignina), que afetaram intensamente a eficiência e a localização dos processos de decomposição (Wardle e Lavelle, 1997). Tian et al. (1993) testaram a resposta, em termos de densidade de alguns grupos da macrofauna, à aplicação de serapilheira de diferentes origens. Os mesmos autores verificaram um aumento considerável nas densidades de minhocas, térmitas e formigas com resíduos de espécies de *Gliricidia* e *Leucena*.

Deste modo, a fauna do solo representa um indicador de grande sensibilidade para avaliar as mudanças no uso do solo, sendo influenciada pelo tipo de manejo. Neste sentido, o seu monitoramento permite não só avaliar a qualidade do solo, como também o próprio funcionamento dos ecossistemas, já que se encontra intimamente associada aos processos de decomposição e ciclagem de nutrientes (Correia e Oliveira, 2000).

Como o sistema solo-serapilheira é o habitat natural e uma importante fonte de energia para uma grande variedade de invertebrados do solo, os atributos deste sistema são determinantes para a dinâmica da população e estrutura da comunidade da fauna do solo. Assim, o presente trabalho teve por objetivo caracterizar a comunidade de organismos da meso e macrofauna do solo e relacionar estes com os atributos do solo e da serapilheira de agrossistemas de cacau localizados no Sul da Bahia em diferentes épocas de coleta.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Agrossistemas de cacau

A Mata Atlântica, originalmente estava presente do Ceará ao Rio Grande do Sul. Atualmente, restam cerca de 5 a 8% da floresta original. No nordeste brasileiro, a Bahia é considerada a maior detentora de fragmentos deste bioma, apesar de ter seu equilíbrio constantemente ameaçado pela forte pressão da expansão agropecuária (Carvalho, 2005).

Para a conservação da biodiversidade deste ecossistema deve haver um estímulo a uma agricultura que mantenha a floresta. Neste sentido, o uso de sistemas agroflorestais seria uma forma eficiente de uso da terra, tanto por diminuir a pressão sobre a Mata Atlântica e aumentar a sua valorização econômica, como por proteger os solos contra os agentes de degradação.

O sistema agroflorestal é um sistema racional de uso da terra, onde árvores são cultivadas em consórcio com culturas agrícolas e, ou criação animal que propicia, entre outras vantagens, a recuperação da fertilidade dos solos. Este sistema tem por objetivo imitar uma floresta natural e apresenta grande potencial de estabelecer estratégias para um desenvolvimento sustentável, pela

conservação dos solos e da água, diminuição do uso de fertilizantes e defensivos agrícolas, conservação da biodiversidade e recuperação de fragmentos florestais e matas ciliares.

O plantio misto de espécies florestais nativas pode ser um sistema mais adequado do que o plantio puro por proporcionar simultaneamente a melhor estruturação, a maior quantidade de carbono orgânico e aumentar os níveis de nutrientes do solo, em função provavelmente de uma maior eficiência da ciclagem de nutrientes (Gama-Rodrigues et al., 1999). As árvores também podem contribuir no processo de restabelecimento da fauna do solo, fator importante para os processos de decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira (Ribaski et al., 2001).

Entre as inúmeras associações feitas em sistemas agroflorestais, inclui-se o consórcio do cacau com árvores de sombra. A lavoura cacaeira, sob o ponto de vista de impactos ambientais, comparativamente a outras atividades que degradaram a Mata Atlântica, se apresenta como uma atividade de baixo impacto, principalmente quando cultivado no sistema cacau-cabruca (Carvalho, 2005). A cabruca é o sistema de cultivo do cacau em consórcio com matas nativas. Porém, no cultivo tradicional promove-se a derrubada total da mata, que inclui a queima para a preparação do solo. O cacaeiro é plantado juntamente com uma espécie exótica, resultando em um sistema pobre em biodiversidade.

O cacaeiro (*Theobroma cacao* L.) é uma espécie nativa da floresta tropical úmida americana, sendo o seu centro de origem, provavelmente, as nascentes dos rios Amazonas e Orinoco (Gramacho et al., 1992). É uma planta perene, arbórea, dicotiledônea, da família Sterculiaceae. Existe grande interesse na cultura como fonte de matéria prima para a indústria do chocolate, manteiga de cacau e outros subprodutos, sendo usado na fabricação de alimentos ricos em calorias e proteínas. No Brasil, a cultura alcança bastante importância em relação às demais por ser produto de exportação.

O cacau é cultivado em regiões tropicais onde ocorrem pequenas variações na radiação solar e na temperatura do ar durante o ano. As condições climáticas mais adequadas para o desempenho normal dos diversos processos fisiológicos do cacaeiro caracterizam-se geralmente por uma precipitação pluvial em torno de 1400 a 2500 milímetros/ano, bem distribuída no decorrer do ano, e uma temperatura média do ar de 22,4 a 26,7 C° (Pinho et al., 1992). Essas

regiões cacaeiras estão situadas entre 15°LN e 15°LS, em altitudes inferiores a 300m (Tozani, 1993).

Um dos maiores problemas fitopatológicos das regiões produtoras de cacau é a doença “vassoura-de-bruxa”, causada pelo fungo *Crinipellis pernicioso*. O fungo infecta as regiões meristemáticas da planta, ocasionando queda acentuada na produção e enfraquecimento geral da planta. Desde a constatação da ocorrência da vassoura-de-bruxa, no Brasil, programas de melhoramento genético foram desenvolvidos visando à seleção de variedades resistentes a esta enfermidade e com características agronômicas desejáveis. Estas variedades são conservadas em áreas chamadas de jardins clonais. Dada a disponibilidade de germoplasma melhorado, a renovação genética das áreas atingidas pela doença tornou-se fundamental para a renovação e revitalização da lavoura cacaeira.

Normalmente o cacaeiro requer uma associação com outras espécies vegetais, cuja finalidade é sombreá-lo, tanto durante a fase de estabelecimento quanto durante a produtiva (Alvim, 1987). O sombreamento funciona como elemento regulador da atividade fisiológica do cacaeiro, através da maior ou menor quantidade de luz que se proporciona à planta, além de oferecer condições ambientais estáveis, sem oscilações bruscas de temperatura e umidade (Gramacho et al., 1992). São utilizados dois tipos de sombreamento na cultura do cacau: o definitivo e o provisório.

No sombreamento definitivo são empregadas árvores plantadas ou nativas. Dentre as espécies de sombra plantadas, uma das mais utilizadas é a eritrina. A vantagem do seu uso consiste no enriquecimento do solo com nitrogênio como resultado da fixação biológica do nitrogênio. O cultivo do cacau associado a árvores nativas consiste no sistema cacau-cabruca, onde é realizado o raleamento da floresta, retirando-se a vegetação de menor porte e mantendo-se a vegetação de grande porte para garantir o sombreamento. O sombreamento provisório pode ser aplicado simultaneamente ao definitivo, sendo utilizada normalmente a bananeira.

Em qualquer um dos sistemas adotados, a cultura do cacau constitui um agrossistema conservacionista do solo, tanto pelo recobrimento total do terreno como pela formação de densa camada de serapilheira. Esta camada contribui para o aumento e manutenção da fertilidade do solo, após os processos de mineralização e humificação.

Santana et al. (1987), ao avaliar as quantidades de elementos nutritivos contidos nos resíduos vegetais que caem e se acumulam sobre o solo em diferentes agrossistemas de cacau (cacau-cabruca, cacau com eritrina e cacau sem sombreamento), enfatizaram a contribuição das árvores de sombra no enriquecimento do solo, especialmente em nitrogênio. Foi observado que as concentrações de nitrogênio e fósforo foram mais elevadas nos resíduos das árvores de sombra, ocorrendo o inverso com relação às concentrações de cálcio, magnésio, zinco e manganês, que foram mais elevadas nos resíduos de plantas de cacau.

2.2. Fauna do solo

Os organismos do solo apresentam papel fundamental nos processos de decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e estruturação do solo (Swift et al., 1979), os quais são essenciais para o crescimento vegetal. As bactérias e os fungos constituem-se em verdadeiros aparatos enzimáticos, sendo os responsáveis por diversos mecanismos de síntese e de degradação no solo, além de produzirem compostos orgânicos que colaboram para a formação de agregados. No entanto, apesar de sua grande capacidade de transformação química, os microrganismos possuem sua mobilidade limitada, o que torna sua atividade diretamente controlada pela fauna do solo (macrorganismos).

O termo fauna do solo refere-se à comunidade de invertebrados que vivem permanentemente no solo ou que passam um ou mais ciclos de vida no solo. Esses invertebrados variam muito em tamanho e diâmetro, o que lhes confere habilidade diferenciada na sua estratégia de alimentação e adaptação ao habitat. Inúmeros são os grupos taxonômicos que compõem a usualmente denominada fauna edáfica de invertebrados. A influência desses organismos no comportamento dos solos também varia de um grupo para outro e, por vezes, entre as espécies de um mesmo grupo (Assad, 1997). Além de atuarem como reguladores da atividade microbiana, os invertebrados do solo agem como fragmentadores do material vegetal e engenheiros do ecossistema, modificando-o estruturalmente (Lavelle, 1996).

Algumas classificações são utilizadas para subdividir a fauna do solo, de modo a facilitar o estudo da funcionalidade dos diferentes grupos taxonômicos envolvidos. De uma maneira geral, os invertebrados do solo podem ser divididos

de acordo com seu tamanho em microfauna, mesofauna e macrofauna. As atividades de ciclagem de nutrientes e estruturação do solo que envolve os diferentes grupos da fauna do solo estão sintetizadas no Quadro 1.

A microfauna do solo é composta por protozoários, nematóides, rotíferos, pequenos indivíduos do grupo Collembola, Acari e outros, cujo diâmetro varia de 4 μm a 100 μm . Atuam de maneira indireta na ciclagem de nutrientes, através da ingestão de bactérias e fungos. A intensidade dessa atividade pode resultar, em muitos casos, em mineralização ou imobilização de nutrientes na biomassa microbiana (Wardle e Lavelle, 1997). Já a mesofauna, animais de diâmetro corporal entre 100 μm e 2 mm, é constituída pelos grupos Collembola, Diptera, Protura, Diplura, Symphyla, Araneae, Acari, Hymenoptera, Enchytraeidae, Isoptera, Chilopoda, Diplopoda e Mollusca, podendo também incluir pequenos indivíduos do grupo Coleoptera. Estes animais, extremamente dependentes de umidade, se movimentam nos poros do solo e na interface entre a serapilheira e o solo.

Os animais da macrofauna do solo apresentam diâmetro corporal entre 2 mm e 20 mm e podem pertencer a quase todas as ordens encontradas na mesofauna, excetuando-se Acari, Collembola, Protura e Diplura e, incluindo Annelida, Coleoptera e Formicidae. São animais de grande mobilidade que exercem importante papel no transporte de materiais, tanto para confecção de ninhos e tocas, quanto para a construção de galerias que alcançam profundidades variáveis no solo. Suas principais funções são a fragmentação do resíduo vegetal e sua redistribuição, predação de outros invertebrados e contribuição direta na estruturação do solo (Swift et al., 1979).

Além da classificação com base nas dimensões corporais, a fauna do solo pode, também, ser classificada com base em aspectos funcionais. A função dos invertebrados no solo depende principalmente de seus hábitos alimentares, de sua mobilidade e da posição que ocupam no espaço. A divisão dos grupos funcionais pode ser feita em saprófagos, micrófagos, predadores, insetos sociais e fitófagos. O regime alimentar, constitui o principal elemento que permite classificar os diferentes tipos de organismos. Com efeito, pelo hábito alimentar é possível avaliar as relações existentes entre os diferentes organismos e estimar sua influência nas características do solo (Assad, 1997).

Quadro 1: Atividades das diferentes categorias da fauna do solo nos processos de ciclagem de nutrientes e estruturação do solo

Categoria (diâmetro corporal)	Papel na ciclagem de nutrientes	Papel na estruturação do solo
Microfauna (4 µm - 100 µm)	<ul style="list-style-type: none"> • Regulam as populações de bactérias e fungos; • Alteram a ciclagem de nutrientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Podem afetar a estrutura do solo através das interações com a microflora.
Mesofauna (100 µm – 2 mm)	<ul style="list-style-type: none"> • Regulam as populações de fungos e da microfauna. • Alteram a ciclagem de nutrientes; • Fragmentam detritos vegetais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Produzem pelotas fecais; • Criam bioporos; • Promovem a humificação.
Macrofauna (2 mm – 20 mm)	<ul style="list-style-type: none"> • Estimulam a atividade microbiana. • Fragmentam detritos vegetais; 	<ul style="list-style-type: none"> • Misturam partículas minerais e orgânicas; • Redistribuem matéria orgânica e microrganismos; • Promovem a humificação; • Produzem pelotas fecais.

Fonte: Correia e Andrade (1999), adaptado de Hendrix et al., (1990).

Os saprófagos alimentam-se diretamente dos detritos, fragmentando-os. As suas atividades liberam nutrientes inorgânicos em forma disponível aos vegetais. Embora muitos destes animais possuam o aparato enzimático limitado, dependendo da microflora no condicionamento do substrato (serapilheira) antes de sua digestão, eles aceleram o processo de decomposição através da quebra dos detritos em pedaços pequenos, aumentando a área superficial disponível para a ação microbiana e estimulando o crescimento e a atividade metabólica destas populações microbianas ao comer algumas das bactérias e fungos (Odum, 1988; Swift e Anderson, 1989). Além do mais, muitos destes organismos são coprofágicos, ou seja, ingerem regularmente pelotas fecais depois de estas terem

sido enriquecidas por atividade microbiana no ambiente. Este sistema funciona como um “rumem externo”, com os animais ingerindo novamente seu material fecal transformado, otimizando a absorção dos elementos disponíveis. Esta estratégia adaptativa é relativamente importante em serapilheira fresca com pouca colonização microbiana e pobre em nutrientes (Odum, 1988).

Os micrófagos utilizam os microrganismos como fonte de carbono e regulam qualitativa e quantitativamente as populações microbianas. Muitas espécies da mesofauna, em particular colêmbolos, alimentam-se diretamente de hifas de fungo, apesar da magnitude de consumo depender da variação sazonal do clima e da qualidade da serapilheira. Ao se alimentarem, os colêmbolos beneficiam o crescimento dos fungos, principalmente, pela dispersão de propágulos e pela remoção de hifas velhas induzindo o crescimento compensatório (Rusek, 1998).

Os predadores alimentam-se de outros organismos. A predação resulta em efeitos negativos no crescimento e sobrevivência de uma população e em um efeito positivo ou benéfico na outra (Odum, 1988).

Os insetos sociais diferenciam-se por apresentarem organização social, como é o caso das formigas (família Formicidae) e dos cupins (ordem Isoptera). No caso das formigas, estas podem ser insetívoras (que se alimentam de outros insetos) ou fitófagas (que se alimentam de partes vivas das plantas). Já os cupins, podem ser xilófagos (consumidores de madeira), húmívoros (que se alimentam de material rico em compostos orgânicos) ou fitófagos (Assad, 1997).

2.3. A fauna do solo como indicadora de qualidade do solo

A qualidade do solo é considerada como a capacidade de um solo de funcionar dentro dos limites de ecossistemas naturais ou manejados, sustentando a produtividade vegetal e animal, mantendo ou promovendo a qualidade da água e do ar, além de promover a saúde animal e vegetal (Doran, 2002). A sua estimativa é feita pela observação ou medição de diferentes propriedades ou processos. Neste sentido, diversos autores têm utilizado caracterizações de atributos químicos, físicos e biológicos dos solos como indicador das condições do solo (Knoepp, 2000; Mielniczuck, 1999; Gama-Rodrigues, 1999).

Gomez et al. (1996) sugerem que um bom indicador deva ser fácil de medir, responder facilmente às mudanças, ter um limite claro separando as

condições de sustentabilidade daquelas de não sustentabilidade e, ser diretamente relacionado com os requerimentos de qualidade do solo. Além disso, o tipo de indicador escolhido depende da função a ser avaliada e da escala de estudo (lavoura, fazenda, região etc.).

Neste aspecto, a fauna do solo é uma forte candidata, visto que ela está estreitamente correlacionada com a dinâmica da matéria orgânica do solo, sendo diretamente influenciada por fatores bióticos e abióticos e, sensível às mudanças ocorridas no sistema (Doran e Zeiss, 2000). Pode ser então, considerada como um bioindicador da qualidade do solo, auxiliando na orientação das mudanças na produtividade e no manejo conservacionista.

Várias propriedades ou funções da fauna do solo podem ser usadas como indicadores da qualidade do solo: a presença de grupos específicos de organismos, a análise da composição das comunidades biológicas (grupos funcionais e biodiversidade) e processos biológicos tais como modificação da estrutura do solo e taxa de decomposição. Por exemplo, muitos artrópodes do solo, como Collembola, Isopoda e Diplopoda, apresentam um modo de vida sedentário e, portanto, refletem a condição edáfica de um habitat melhor do que organismos com uma alta capacidade de dispersão, tais como os insetos voadores (van Straalen, 1997).

Minhocas e artrópodes têm sido utilizados como bioindicadores e, com menor ou maior sensibilidade, demonstram o estado da qualidade do solo ante as ações antrópicas (Turco e Blume, 1999). De certa forma, esses organismos são fáceis de ser avaliados, pois os métodos de avaliação são baseados na identificação e contagem dos indivíduos. Entretanto, são características muitas vezes “frágeis”, à medida que as populações da fauna do solo sofrem grande influência sazonal e sua sobrevivência é extremamente dependente da presença de habitats específicos (Doran et al., 1996). Os artrópodes do solo e as minhocas afetam a qualidade do solo diretamente ou indiretamente dependendo do seu tamanho ou atividade específica. Estes organismos podem rearranjar os perfis do solo, misturando os horizontes através da escavação e das atividades de construção de ninhos (Knoepp et al., 2000).

Os regimes agrícolas intensos caracterizados pelo esgotamento de nutrientes e redução na complexidade e estabilidade da comunidade biológica do solo apresentam menor diversidade de organismos do solo do que áreas cobertas

por vegetação natural (Guerra et al., 1982). A diversidade de grupos está associada a uma relação entre o número de grupos (riqueza) e a distribuição do número de indivíduos entre os grupos (equitabilidade). Esta definição está explicitada nos índices de Shannon e de Pielou, que conjugam estas duas variáveis (Odum, 1988; Colinvaux, 1996).

O índice de Shannon é o índice que atribui maior peso a espécies raras, prevalecendo, desta forma, o componente de riqueza de espécies. Seus valores variam de 0 a 5, sendo que o declínio de seus valores é o resultado de uma maior dominância de alguns grupos em detrimento de outros (Begon et al., 1996). A dominância na comunidade pode também ser determinada indiretamente, através dos índices de uniformidade ou equitabilidade. O índice de uniformidade mais amplamente usado é o Pielou que se constitui na razão do índice de Shannon pelo log de S (número de grupos), situando-se seus valores entre 0 e 1. O máximo valor ocorre quando apenas um indivíduo ocupa cada grupo considerado (Kennedy e Smith, 1995).

Em sentido mais amplo sobre a complexidade das comunidades, a própria riqueza de grupos pode ser utilizada como uma medida geral da diversidade (Connell, 1978).

A comparação dos índices de diversidade das comunidades de invertebrados de áreas cultivadas com áreas nativas é uma estratégia que permite avaliar o impacto ambiental e obter mais informações sobre os grupos funcionais indicadores da qualidade do solo. Do mesmo modo, ao se optar pela abundância como uma medida de alteração do ambiente propõe-se avaliar as modificações na densidade ou na biomassa em comunidades submetidas a diferentes condições abióticas ou diferentes sistemas de manejo em termos de comparação (Correia e Oliveira, 2000).

Uma forma de se retratar a comunidade consiste na determinação da composição dos organismos do solo em nível de grandes grupos taxonômicos, em uma determinada fração do habitat. Este tipo de análise está voltado para a compreensão dos processos que ocorrem no solo, como a decomposição e a ciclagem de nutrientes e com o papel que estes organismos podem exercer como sistemas biológicos de regulação, particularmente em sistemas tropicais, fornecendo bases para uma avaliação global da qualidade do solo (Correia e Oliveira, 2000). O estudo da organização da comunidade em grandes grupos

taxonômicos restringe-se a um conhecimento taxonômico menos profundo, facilitando o acesso entre usuários, o que amplia as possibilidades de sua utilização como indicador (Correia, 2002).

2.4. Ambiente edáfico

O compartimento formado pelo solo e pela serapilheira é o sítio onde ocorrem os processos de decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes. É nesse compartimento que se concentram os organismos responsáveis pela tarefa de fragmentar as cadeias carbônicas, elaboradas de maneira complexa pelos organismos autotróficos. O conjunto solo-serapilheira não só representa fonte de carbono e energia para os organismos do solo, como também é o habitat onde todas as ações do organismo ocorrem, garantindo sua sobrevivência e reprodução. Esta população declina com o decréscimo do conteúdo de matéria orgânica e na ausência de organismos do solo muitas, se não todas as reações bioquímicas são paralisadas (Pierzynski et al. 1994).

Os organismos da fauna do solo são afetados por fatores como qualidade e quantidade da matéria orgânica, pH, temperatura, umidade, textura, porosidade, teores de nutrientes, cobertura vegetal, bem como as práticas agrícolas que promovem alteração na abundância de organismos e diversidade de espécies, podendo representar uma alteração das próprias características do solo. Por exemplo, alta umidade e baixa temperatura do solo devem ser mantidas, de modo que, se a superfície do solo ressecar prejudicará a fauna edáfica. A textura e a porosidade do solo são características altamente importantes determinando, em grande parte, a disponibilidade de nutrientes para os animais do solo e as plantas.

Os fragmentos orgânicos advindos dos componentes senescentes da parte aérea das plantas, ao caírem sobre o solo, formam uma camada denominada de serapilheira ou matéria orgânica, que compreende folhas, caules, flores e frutos, bem como restos de animais e material fecal, em diferentes estágios de decomposição.

A qualidade da serapilheira, usualmente, é expressa em função do seu grau de lignificação, teores de nutrientes, compostos orgânicos solúveis, da presença de moléculas orgânicas com efeitos alelopáticos, assim como substâncias estimuladoras biologicamente significativas (Swift e Anderson, 1989). A qualidade do material disponível (relação C/N, concentração de lignina,

polifenóis etc.) pode ser avaliada pela palatabilidade que afeta diretamente seu consumo pela fauna.

As ligninas são substâncias ternárias polimerizadas que cimentam entre si certas fibras celulósicas e que, no solo, formam complexos com aminoácidos e outras substâncias, dando origem a materiais muito resistentes à ação dos agentes de degradação. As celulosas e hemicelulosas são polímeros insolúveis cuja hidrólise produz açúcares simples e constituem os carboidratos estruturais dos vegetais (Lassus, 1990).

Os polifenóis fazem parte da composição de muitas plantas, incluindo os taninos. São substâncias quimicamente ativas e que podem reagir, reversível ou irreversivelmente, com proteínas. Alguns destes compostos são atribuídos o sabor amargo e são considerados fatores antinutricionais, afetando diretamente a preferência de consumo pela fauna.

A vegetação é um fator determinante da variabilidade horizontal da serapilheira, pois quanto mais diversa for a comunidade vegetal, mais heterogênea será a serapilheira em pontos adjacentes. A heterogeneidade da serapilheira pode atuar aumentando a diversidade das comunidades da fauna do solo devido a um maior número de nichos a serem colonizados. Em ecossistemas onde a serapilheira depositada apresenta características diferenciadas, tais como baixa concentração de nutrientes e altos teores de lignina e de polifenóis totais, entre outros, ocorre uma diminuição das comunidades de invertebrados do solo.

Por outro lado, a heterogeneidade vertical da serapilheira, ou seja, a sua diferenciação em camadas, é decorrente da velocidade de decomposição que, por sua vez, é determinada por fatores biológicos, edáficos e climáticos. O mecanismo de decomposição da serapilheira é regulado principalmente por três grupos de variáveis: a natureza da comunidade decompositora (macro e microorganismos), as características do material orgânico que determinam a sua degradabilidade (qualidade nutricional e orgânica da serapilheira) e as condições físico-químicas do ambiente, as quais são controladas pelo clima e pelas características edáficas do sítio (Correia e Andrade, 1999).

O processo de decomposição inicia antes mesmo dos resíduos vegetais se incorporarem a serapilheira, uma vez que a degradação das folhas possibilita a invasão de patógenos mesmo antes da sua queda, a qual é seguida do ataque de fungos e bactérias tão logo chegue à superfície do solo. Nas primeiras etapas de

decomposição da matéria orgânica ocorre a presença de uma grande população microbiana, porém aparentemente inativa, não aparecendo muito a desintegração dos resíduos, porque estes microorganismos, sem uma fragmentação inicial, causam pouco efeito na decomposição. Por isso a presença de minhocas, artrópodes e crustáceos é muito importante para a fragmentação dos resíduos, pois sem estes dificilmente ocorrerá a decomposição.

Apesar de sua capacidade limitada em produzir enzimas que degradam compostos como a celulose e a lignina, a fauna edáfica é totalmente dependente dos produtos oriundos da decomposição da serapilheira para a sua sobrevivência. Experimentos em laboratório demonstraram que animais saprófagos da fauna do solo, ou seja, aqueles que se alimentam diretamente da matéria orgânica em decomposição, exibem preferência alimentar pela serapilheira de determinadas espécies de plantas (Kheirallah, 1990). Essa capacidade de seleção está relacionada diretamente à palatabilidade do material e, conseqüentemente, à sua qualidade nutricional. Ao comparar a fauna edáfica em diferentes ecossistemas florestais, Moço et al. (2005) observaram menores valores de densidade e riqueza de fauna no eucalipto em relação à floresta natural, indicando que a serapilheira de uma espécie vegetal pode influenciar na colonização da fauna. Correia e Andrade (1999) demonstraram que a serapilheira de eucalipto é muito menos palatável para duas espécies de diplópodes que a de sabiá, uma leguminosa de elevada qualidade nutricional e rápida decomposição.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local de estudo

O estudo foi realizado em agrossistemas de cacau (*Theobroma cacao*) sob diferentes sistemas de sombreamento, idade de cultivo e renovação de copa, nos municípios de Barro Preto e Uruçuca, localizados no sul da Bahia.

No município de Uruçuca, em um Latossolo, as áreas estudadas foram: Cacau renovado com sombreamento definitivo de *Erythrina* spp. (CRE), Cacau renovado cabruca (CRC), Cacau antigo cabruca (CAC) e Mata (M), localizadas na fazenda Brasileira. No município de Barro Preto, em um Cambissolo, foram pesquisadas as áreas Cacau antigo com sombreamento definitivo de *Erythrina* spp. (CAE), na área experimental da CEPLAC/CEPEC e Jardim clonal adensado (JC), na fazenda Almirante Cacau. As espécies vegetais que fazem sombreamento para o cacau na área do jardim clonal são *Erythrina* spp. e *Gliricidia* spp.

As coletas foram realizadas em setembro de 2003 (inverno), fevereiro de 2004 (verão) e agosto de 2004 (inverno). O clima da região é quente e úmido. No período de estudo as precipitações médias mensais foram de 121,4 mm para o

município de Uruçuca e de 133,5 mm para Barro Preto. As médias mensais pluviométricas estão apresentadas na Figura 1.

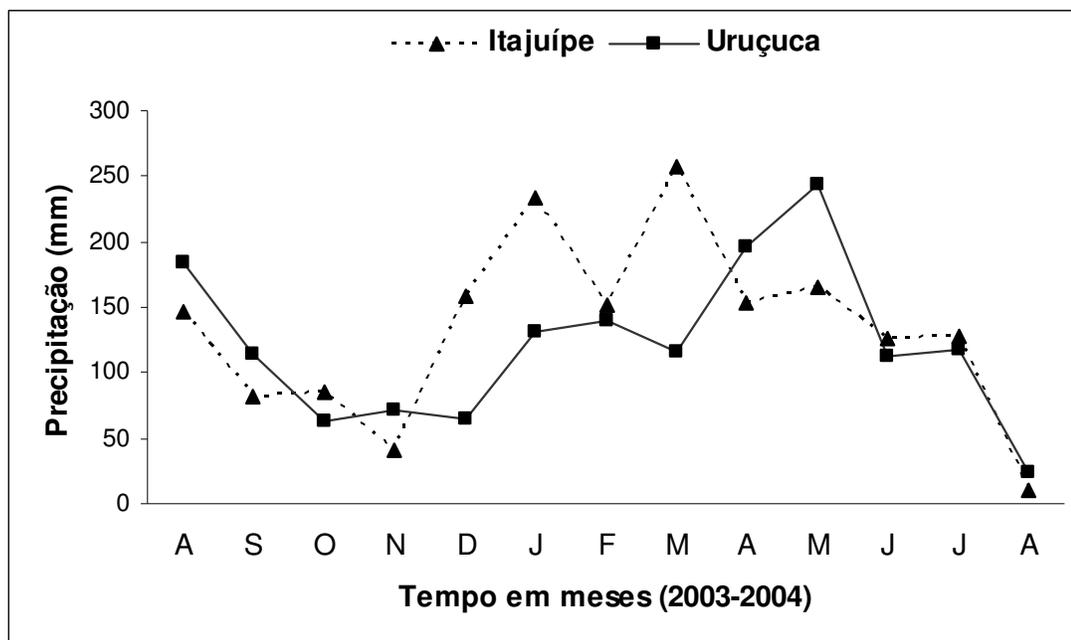


Figura 1: Precipitação pluviométrica (em mm) nos municípios de Barro Preto e Uruçuca, entre agosto de 2003 e agosto de 2004.

3.2. Avaliação da fauna do solo

De cada área, em uma parcela de 1500 m², foram retiradas quatro amostras simples, sendo que de cada ponto retirou-se uma amostra de serapilheira (todo resíduo vegetal sobre a superfície do solo) e outra de solo (até a profundidade de 5 cm). A amostragem foi feita utilizando-se um gabarito de 0,25 m x 0,25 m.

Cada amostra de serapilheira e de solo foi transferida para um funil da bateria de extratores Berlese-Tüllgren (Figura 2), tendo-se em sua base um recipiente de vidro contendo cerca de 150 ml de uma solução de ácido acetilsalisílico (2%) que recolhe os animais. Após a transferência de todas as amostras para o funil, a bateria de extratores foi vedada completamente. Acima dos funis, lâmpadas de 25 W foram acesas e assim permaneceram por todo o período de extração (15 dias), fornecendo o calor necessário para que haja um gradiente de umidade na amostra, forçando com que os animais migrem para o

fundo do funil e, conseqüentemente, caíam dentro do vidro. O conteúdo de cada frasco proveniente dos extratores foi analisado individualmente, em placas de Petri, sob lupa binocular.

Os animais presentes em cada amostra de serapilheira e solo, de cada ponto de coleta, foram identificados em nível de grandes grupos taxonômicos e quantificados. Os organismos dos filos Mollusca e Annelida foram identificados até a categoria classe. Os artrópodes das classes Arachnida, Crustacea e Insecta foram identificados até ordem. Os indivíduos pertencentes à ordem Hymenoptera foram separados em família Formicidae e demais Hymenoptera. No caso dos insetos holometábolos (que apresentam mudanças funcionais de um estágio para outro em sua vida) foram feitas separações entre larvas e adultos. Os indivíduos da ordem Acarina não foram considerados, devido as diferentes características funcionais dentro da ordem e a sua alta população que poderia subestimar os outros grupos da fauna.



Figura 2: Bateria de extratores Berlese-Tüllgren.

A partir dos resultados obtidos foram calculados a densidade (número de indivíduo por m²) e a riqueza da fauna (número de grupos identificados) e os índices de diversidade de Shannon e de equitabilidade de Pielou de cada área.

O Índice de diversidade de Shannon (H) leva em consideração a riqueza de grupos e sua abundância relativa, sendo definido por: $H = - \sum pi. \log pi$, onde: $pi = ni/N$; ni = valor de importância de cada grupo; N = total dos valores de importância (Odum, 1988).

O índice de uniformidade de Pielou (e) é um índice de equitabilidade ou uniformidade, onde a uniformidade se refere ao padrão de distribuição dos indivíduos entre os grupos, sendo definido por: $e = H / \log S$, onde: H = Índice de Shannon; S = Número de grupos (Odum, 1988).

Os grupos taxonômicos foram divididos em grupos funcionais. Um grupo funcional é definido em relação às suas propriedades inerentes, tais como: morfologia, fisiologia e propriedades relacionadas aos recursos e interações entre espécies (Correia e Oliveira, 2000). Os grupos funcionais distribuíram-se em fitófagos, micrófagos, predadores, saprófagos, insetos sociais e outros (aqueles cujo hábito alimentar não puderam ser descritos em nível de ordem) (Quadro 2).

Quadro 2: Divisão da fauna em grupos funcionais

Grupos funcionais	Grupos taxonômicos
Micrófagos	Collembola
Sociais	Formicidae (larva e adulto) Isoptera
Saprófagos	Diplopoda, Isopoda, Oligochaeta, Gastropoda, Blattodea, Protura, Pauropoda, Thysanura, Embioptera, Psocoptera, Symphyla, Diptera (larva)
Predadores	Araneae, Pseudoscorpionida, Chilopoda, Diplura, Dermaptera
Fitófagos	Hemiptera, Orthoptera, Lepidoptera (larva), Thysanoptera
Outros grupos	Coleoptera (adulto e larva), Diptera (adulto), Hymenoptera

Fonte: adaptado de Costa (2002).

3.3. Análises do solo e da serapilheira

As amostragens dos solos (três amostras compostas) foram obtidas na camada de 0-5 cm de profundidade com trado e acondicionadas em sacos plásticos, sendo efetuadas em uma única data de coleta (setembro de 2003). Quatro amostras de serapilheira foram coletadas em cada época de coleta utilizando-se um gabarito de 0,25 m x 0,25 m, considerando todo resíduo vegetal sobre a superfície do solo.

Nas amostras de solo foram determinados os teores de P e K (extraíveis por Mehlich-1), Ca, Mg e Al (trocáveis, por KCl 1 mol L⁻¹), segundo Defelipo e Ribeiro (1981) e pH (em água). A análise granulométrica e a densidade aparente das amostras de solo foram realizadas conforme o método da Embrapa (1997).

Nas amostras de serapilheira foram determinados os teores de K (fotometria de chama), de P (colorimetricamente, pelo método da vitamina C, modificado por Braga e Defelipo, 1974), de Ca e Mg (espectrofotometria de absorção atômica), após digestão nítrico-perclórica (Bataglia et al., 1983). O nitrogênio do solo e da serapilheira foi determinado pelo método de Kjeldahl, conforme descrito em Embrapa (1997). O carbono orgânico do solo e da serapilheira foi determinado por oxidação com dicromato de potássio 1,25 mol L⁻¹ em meio ácido (Anderson e Ingram, 1996).

Na determinação de polifenóis totais, o procedimento de extração foi realizado a partir de uma alíquota de 75 mg de tecido vegetal seco misturada a 40 ml de metanol 50%, e mantidos à temperatura de 77-80°C, durante uma hora (Anderson e Ingram, 1996). As determinações de polifenóis (polifenóis solúveis, taninos hidrolisáveis e condensados como também polifenóis não-tanínicos) foram feitas utilizando-se o reagente de Folin-Denis em meio básico, para o desenvolvimento da cor. O padrão empregado foi o ácido tânico.

Os teores de cinza, lignina e celulose presentes foram determinados pelo método fibra em detergente ácido (FDA) de Van Soest e Wine (1968), que se baseou na separação das diferentes frações constituintes do material, através de reagentes específicos denominados detergentes. Usou-se o ácido sulfúrico e cetiltrimetil amônio bromídrico, eliminando amido e os compostos nitrogenados, restando assim, a lignina, a celulose e as cinzas. A celulose foi destruída pelo ácido sulfúrico 72%, sendo a lignina determinada por diferença de peso, subtraindo as cinzas pela queima na mufla a 550°C (Anderson e Ingram, 1996).

3.4. Análise estatística

Os dados obtidos das análises químicas do solo (três repetições) e da serapilheira (quatro repetições) foram submetidos à análise de variância, com comparação de médias pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade.

Com o objetivo de se comparar o efeito das diferentes coberturas vegetais sobre a densidade e a riqueza da fauna do solo somaram-se, para cada compartimento, os três períodos de coleta em função da área. A comparação foi feita utilizando-se doze repetições e a comparação entre médias foi realizada através do teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade.

O número de indivíduos por m² e de grupos encontrados foram comparados entre os compartimentos solo e serapilheira pelo teste-T a 5 % (quatro amostras).

Para avaliar a influência da variação sazonal em função da área, foi comparada de cada compartimento (solo e serapilheira), a densidade de indivíduos e a riqueza de grupos entre épocas, utilizando-se quatro repetições/época e teste de Duncan (5% probabilidade) para comparação das médias. Também foi avaliada a influência da variação sazonal sobre o número de indivíduos dos grupos da fauna (vinte e quatro repetições), por compartimento, através da comparação entre períodos de coleta.

Para avaliar a relação entre os grupos da fauna com as variáveis do solo e da serapilheira para cada época de coleta foi realizada uma análise de componentes principais (ACP), utilizando o programa Canoco for Windows (versão 4.5). As amostras (agrossistemas de cacau e mata) e as variáveis (grupos da fauna, características do solo e da serapilheira) foram transformadas em coordenadas (escores) que correspondem à sua projeção nos eixos de ordenação ou autovetores (eigenectores). Autovetor é o valor que representa o peso de cada variável em cada componente (eixos). Autovalor é o valor que representa a contribuição relativa de cada componente para explicar a variação total dos dados. Existe um autovalor para cada componente. O peso de cada variável sobre o eixo pode ser vista como equivalente ao grau de correlação destas com o eixo em questão (Alvarenga e Davide, 1999; Theodoro et al., 2003).

Nesta análise utilizou-se o número de indivíduos por m² dos grupos da fauna encontrados para cada compartimento e época de coleta. As características do solo selecionadas foram teor de fósforo, potássio, carbono, nitrogênio, cálcio, magnésio, alumínio, pH, argila, silte, areia, relação carbono/nitrogênio (C/N) e

densidade aparente do solo. As características da serapilheira utilizadas foram teor de fósforo, potássio, carbono, nitrogênio, cálcio, magnésio, lignina, polifenóis, celulose e relação C/N, lignina /N, polifenóis /N, (lignina + polifenóis) /N e (lignina + celulose) /N.

Um ponto qualquer plotado no diagrama (representando uma área) pode ser relacionado com uma seta (representando um grupo da fauna ou característica do solo ou serapilheira), por meio de uma perpendicular partindo da linha da seta até o referido ponto. A ordem nas quais os pontos se projetam na seta, da sua extremidade até sua origem, dá uma indicação dessa relação. Áreas com sua projeção perpendicular próxima ou além da ponta da seta são positivamente correlacionados e influenciados pela característica em questão. Aqueles na extremidade oposta são influenciados em menor grau. O ângulo de inclinação de cada seta com relação a cada eixo indica quão estreitamente correlacionado está a característica com esse eixo (Alvarenga e Davide, 1999; Theodoro et al., 2003).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização da fauna do solo

4.1.1. *Composição da fauna edáfica*

Ao analisar as áreas estudadas, através do somatório das três coletas, obtém-se uma visão geral da composição da fauna, sendo que a área Cacau renovado cabruca (CRC) apresentou densidade e diversidade maiores que em todos os outros tratamentos, com 22,3 % do total de indivíduos m^{-2} e 28 grupos. A menor densidade foi encontrada na Mata e os valores intermediários nas áreas Cacau renovado com eritrina (CRE), Cacau antigo cabruca (CAC), Cacau antigo com eritrina (CAE) e no Jardim clonal (JC). Esta ordem difere com os resultados de diversidade, onde as áreas de Mata e CAC apresentaram os segundos maiores números de grupos (27), seguidos das áreas CRE, CAE e JC, respectivamente (Quadro 3). É importante ressaltar, no entanto, que a comunidade da fauna apresentou-se dominada por Collembola e Formicidae, grupos verdadeiramente associados a processos do subsistema decompositor, notadamente à decomposição da serapilheira (Correia e Andrade, 1999).

Quadro 3: Composição geral da fauna edáfica nas áreas pesquisadas (solo e serapilheira entre as três épocas de coleta)

Sítios Grupos	M	CRE	CRC	CAC	CAE	JC
	Indivíduos m ⁻²					
Collembola	1192	4132	4972	2196	2932	4644
Formicidae (ad.)	3024	2592	2632	4136	2212	1084
Coleoptera (ad.)	496	292	440	168	476	136
Diptera (larva)	100	208	120	76	416	388
Paupoda	8	300	268	396	52	32
Pseudoscorpionida	216	208	312	140	24	12
Coleoptera (larva)	156	116	256	84	136	144
Isopoda	104	208	344	132	24	4
Symphyla	76	128	416	100	44	20
Diplopoda	184	132	128	84	64	100
Hemiptera	80	52	192	60	92	136
Araneae	100	76	120	88	160	60
Psocoptera	136	76	76	60	100	116
Thysanoptera	40	44	96	124	176	84
Chilopoda	64	96	196	52	84	40
Oligochaeta	76	92	96	108	104	24
Protura	32	240	108	8	44	12
Díptera (adulto)	36	48	24	20	56	128
Formicidae (larva)	80	8	40	44	48	72
Gastropoda	4	28	44	8	8	64
Hymenoptera	8	16	8	20	56	28
Diplura	32	0	24	16	20	0
Blattodea	28	20	8	4	0	0
Lepidoptera (larva)	8	12	8	12	4	0
Orthoptera	8	4	12	8	0	0
Isoptera	12	0	12	4	0	0
Dermaptera	0	0	16	8	0	0
Thysanura	0	0	8	0	0	0
Embioptera	4	0	0	0	0	0
Total ind. m⁻²	6304	9128	10976	8156	7332	7328
Nº de grupos	27	24	28	27	23	21

M: mata; CRE: cacau renovado com eritrina; CRC: cacau renovado cabruca; CAC: cacau antigo cabruca; CAE: cacau antigo com eritrina; JC: jardim clonal.

4.1.2. Distribuição da fauna em função da cobertura vegetal

Ao comparar o efeito das áreas manejadas sobre a densidade e diversidade da fauna do solo através da junção das três coletas, pôde-se observar que a área Cacau renovado cabruca proporcionou maior número de indivíduos por m² e maior número de grupos no solo, provavelmente por ter oferecido maior número de nichos favoráveis à sobrevivência da fauna edáfica (Figura 3). Esta

área apresentou cerca de 30% de indivíduos a mais que a Mata, 57% a mais que Cacau renovado com eritrina, 74% a mais que Cacau antigo cabruca, 59% a mais que Cacau antigo com eritrina e 89% a mais que o Jardim clonal. Quanto à riqueza, o Jardim clonal foi significativamente inferior em relação ao número de grupos encontrados entre as áreas estudadas. Cacau renovado cabruca foi, predominantemente, colonizado por indivíduos dos grupos colêmbolos, sínfilos e larva de coleóptera. Entretanto, os grupos pseudo-escorpiões e aranhas demonstraram suas preferências pelas coberturas vegetais encontradas no solo sob Cacau antigo cabruca. Os organismos saprófagos, larva de Diptera e Protura apresentaram maior densidade nas áreas Cacau antigo com eritrina e Cacau renovado com eritrina, respectivamente (Figura 4).

Vários fatores têm sido identificados por influenciarem a abundância da fauna do solo. Além do clima, o tipo de manejo (práticas culturais) e a qualidade da serapilheira também são reconhecidos por afetarem a densidade e diversidade da fauna do solo.

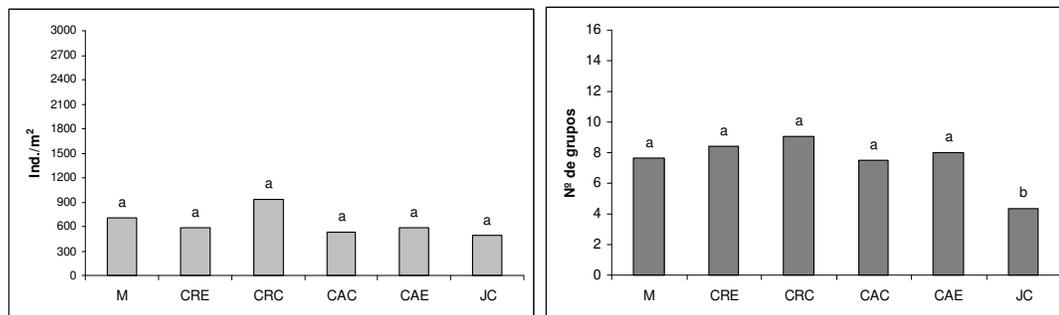


Figura 3: Número de indivíduos m^{-2} e de grupos encontrados no solo sob diferentes coberturas através do somatório das três coletas.

M: mata; CRE: cacau renovado com eritrina; CRC: cacau renovado cabruca; CAC: cacau antigo cabruca; CAE: cacau antigo com eritrina; JC: jardim clonal.

Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo Teste de Duncan em 5 %.

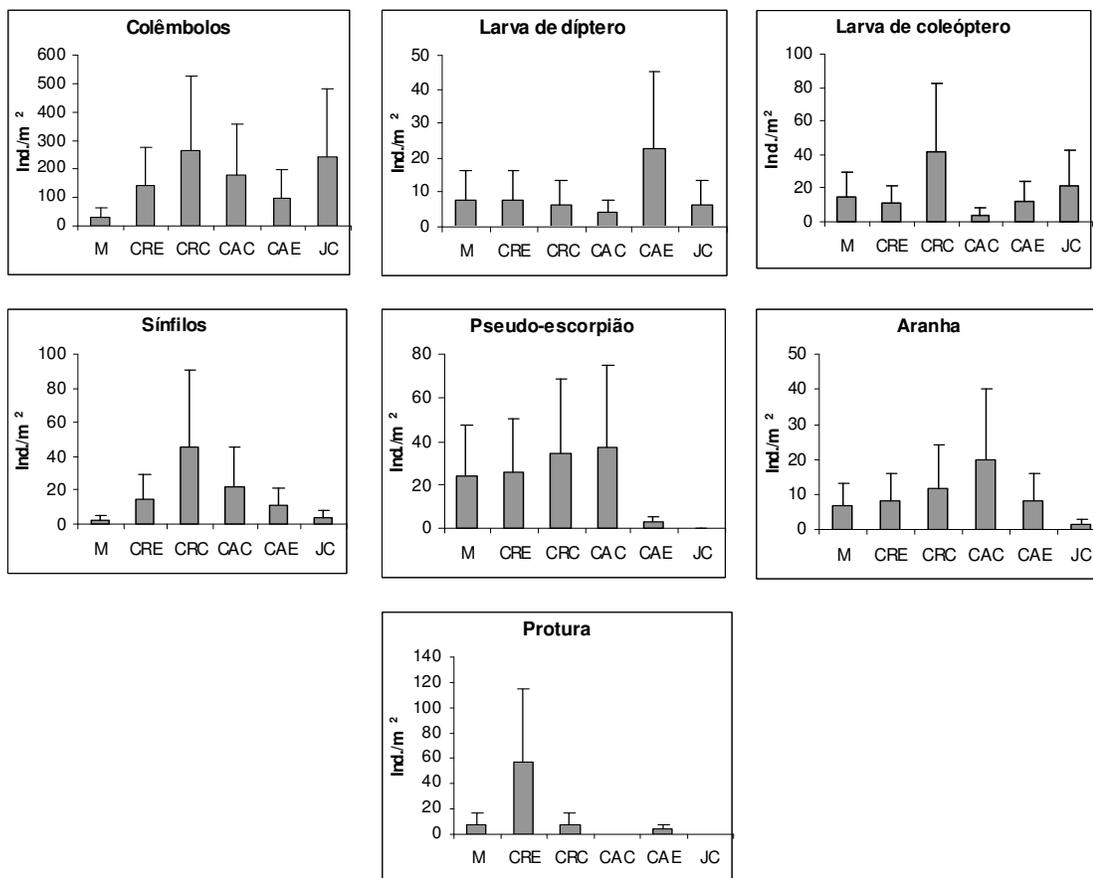


Figura 4: Número de indivíduos m^{-2} dos principais grupos encontrados no solo sob diferentes coberturas através do somatório das três coletas.

M: mata; CRE: cacau renovado com eritrina; CRC: cacau renovado cabruca; CAC: cacau antigo cabruca; CAE: cacau antigo com eritrina; JC: jardim clonal.

Ao avaliar a importância da qualidade nutricional e orgânica da serapilheira sobre a fauna edáfica, independente da época de coleta, verificou-se maior número de indivíduos por m^2 e riqueza na serapilheira da área sob Cacau renovado cabruca (Figura 5), semelhante ao observado para o solo. Em Cacau renovado cabruca foi observado 97%, 11%, 25%, 47% e 40% indivíduos a mais no solo da Mata, Cacau renovado com eritrina, Cacau antigo cabruca, Cacau antigo com eritrina e Jardim clonal, respectivamente. Isto indica que o sistema de manejo em Cacau renovado cabruca foi o que mais favoreceu ao aumento da abundância e diversidade da fauna. Uma abundante e ativa fauna do solo poderia contribuir para uma rápida reciclagem de nutrientes de resíduos de plantas, principalmente, em solos de baixa fertilidade.

Analisando-se a preferência dos grupos da fauna pela serapilheira das áreas estudadas, pôde-se verificar que em Cacau renovado cabruca foi observado maior densidade de sínfilo, protura, isópoda, pseudo-escorpião e quilópode. Os gastrópodes apresentaram maior população na serapilheira do Jardim clonal quando comparado às outras áreas (Figura 6). A população de organismos dentro de um grupo pode variar entre as áreas, pois cada população tem uma forma de vida peculiar e a dinâmica da população de cada grupo pode ser influenciada pela variação dos atributos microambientais, tais como umidade, temperatura, qualidade e quantidade de matéria orgânica.

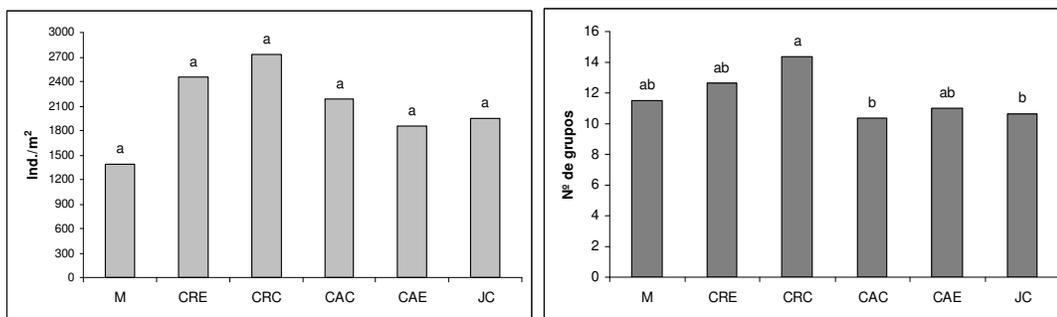


Figura 5: Número de indivíduos m⁻² e de grupos encontrados na serapilheira sob diferentes coberturas através do somatório das três coletas.

M: mata; CRE: cacau renovado com eritrina; CRC: cacau renovado cabruca; CAC: cacau antigo cabruca; CAE: cacau antigo com eritrina; JC: jardim clonal.

Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo Teste de Duncan em 5 %.

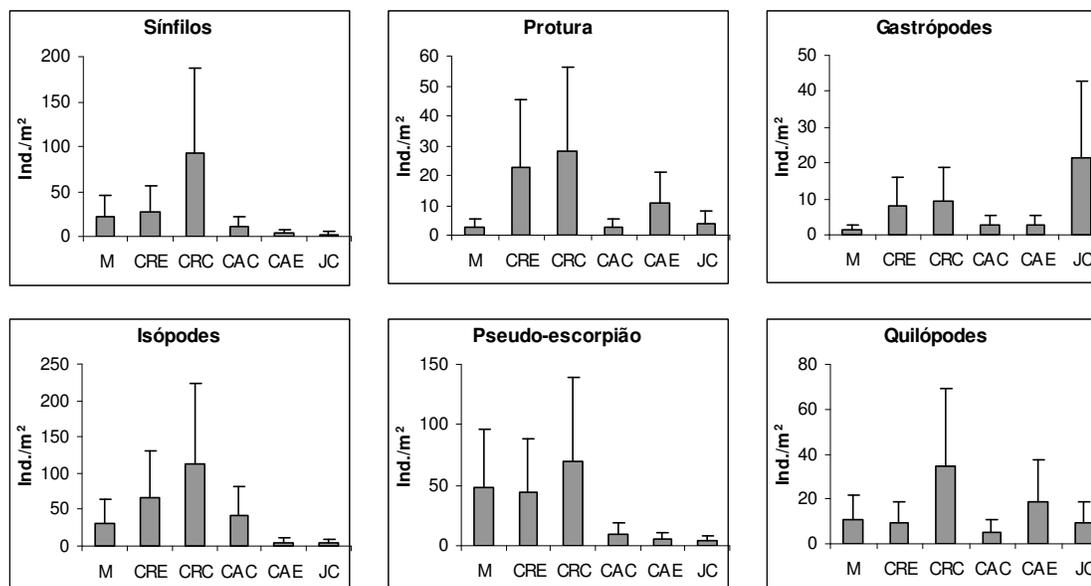


Figura 6: Número de indivíduos m^{-2} dos principais grupos encontrados na serapilheira sob diferentes coberturas através do somatório das três coletas.

M: mata; CRE: cacau renovado com eritrina; CRC: cacau renovado cabruca; CAC: cacau antigo cabruca; CAE: cacau antigo com eritrina; JC: jardim clonal.

4.1.3. Variação sazonal da fauna do solo

As comunidades da fauna edáfica apresentaram-se consideravelmente influenciadas pela variação sazonal nos diferentes compartimentos estudados. No solo das áreas Cacau renovado cabruca, Cacau antigo com eritrina e Mata o número de indivíduos encontrados foi de 1,1 a 5,3 vezes maiores nas amostras de fevereiro de 2004 em relação às demais épocas. Em agosto de 2004, a densidade de indivíduos no solo das áreas Cacau renovado com eritrina, Cacau antigo cabruca e Jardim clonal foi de 1,1 a 6,5 vezes maiores neste período em comparação as outras épocas. No entanto, houve no solo de todas as coberturas maiores médias de grupos durante a época de verão, sugerindo que a umidade decorrente da maior quantidade de chuva neste período influenciou na sobrevivência de mais grupos no solo.

Na serapilheira de Cacau renovado com eritrina, Cacau antigo cabruca, Cacau antigo com eritrina e Jardim clonal o número de indivíduos foi de 1,1 a 6,2 vezes maiores em fevereiro de 2004 que as outras coletas. A média do número de grupos foi de 1,1 a 1,5 vezes maiores em fevereiro de 2004 nas áreas Cacau renovado com eritrina, Cacau antigo com eritrina e Jardim clonal. Em setembro de

2003, foi observada no solo e na serapilheira de todas as áreas estudadas menor densidade e riqueza em relação às outras coletas.

A Mata apresentou maior número de indivíduos no solo em setembro de 2003 (776 indivíduos m⁻²), quando comparado às outras áreas. Foi verificado no solo da área Cacau renovado cabruca maior densidade em fevereiro de 2004 (1508 indivíduos m⁻²), seguido por Cacau antigo com eritrina (1196 indivíduos m⁻²) e Mata (892 indivíduos m⁻²). No solo do Jardim clonal foi observado maior número de indivíduos em agosto de 2004 (776 indivíduos m⁻²) (Quadro 4). Na serapilheira de Cacau renovado com eritrina foi encontrado maior número de indivíduos em setembro de 2003 (2692 indivíduos m⁻²), em Cacau antigo cabruca em fevereiro de 2004 (3536 indivíduos m⁻²) e em Cacau renovado cabruca em agosto de 2004 (3556 indivíduos m⁻²) (Quadro 4).

Em setembro de 2003, maior média de grupos foi verificada no solo de Cacau renovado cabruca (7,0 grupos em média); em fevereiro de 2004, em Cacau renovado cabruca e Cacau antigo com eritrina (11,5); e, em agosto de 2004, em Cacau renovado com eritrina (9,3) (Quadro 5). Quanto à serapilheira, mais grupos foram observados em Cacau renovado com eritrina (11,3 grupos em média) em setembro de 2003; Cacau renovado cabruca e Cacau renovado com eritrina (14,3) em fevereiro de 2004; e Cacau renovado cabruca (18,3) em agosto de 2004 (Quadro 5).

Quadro 4: Densidade da fauna do solo e da serapilheira

	Setembro de 2003		Fevereiro de 2004		Agosto de 2004	
	Solo	Serapilheira	Solo	Serapilheira	Solo	Serapilheira
M	776 Aa	1088 Aab	892 Aa	304 Ab	472 Ba	2772 Aa
CRE	280 Ba	2692 Aa	728 Ba	3192 Aa	768 Ba	1468 Aa
CRC	524 Bb	1864 Aa	1508 Aa	2768 Aa	752 Bab	3556 Aa
CAC	216 Ba	568 Aa	660 Aa	3536 Aa	724 Aa	2452 Aa
CAE	224 Aa	1468 Aa	1196 Aa	2184 Aa	336 Ba	1924 Aa
JC	120 Bb	1824 Aa	580 Aab	2984 Aa	776 Aa	1044 Aa

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas (linha), entre os compartimentos, dentro de cada época, não diferem entre si pelo Teste-T em 5 %; médias seguidas das mesmas letras minúsculas (linha), entre épocas, dentro de cada compartimento, não diferem entre si pelo Teste de Duncan em 5 %.

M: mata; CRE: cacau renovado com eritrina; CRC: cacau renovado cabruca; CAC: cacau antigo cabruca; CAE: cacau antigo com eritrina; JC: jardim clonal.

Quadro 5: Riqueza da fauna do solo e da serapilheira

	Setembro de 2003		Fevereiro de 2004		Agosto de 2004	
	Solo	Serapilheira	Solo	Serapilheira	Solo	Serapilheira
M	5,3 Ba	10,8 Aab	9,0 Aa	8,8 A b	8,8 Ba	15,0 Aa
CRE	5,0 Bb	11,3 Aa	11,0 Aa	14,3 Aa	9,3 Aa	12,5 Aa
CRC	7,0 Aa	10,5 Ab	11,5 Aa	14,3 Aab	8,8 Ba	18,3 Aa
CAC	6,8 Ba	10,5 Aa	8,5 Aa	8,8 Aa	7,3 Aa	11,8 Aa
CAE	5,0 Bb	8,8 Aa	11,5 Aa	12,5 Aa	7,5 Bab	11,8 Aa
JC	3,5 Ba	10,5 Aab	4,8 Ba	12,8 Aa	4,8 Ba	8,8 Ab

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas (linha), entre os compartimentos, dentro de cada época, não diferem entre si pelo Teste-T em 5 %; médias seguidas das mesmas letras minúsculas (linha), entre épocas, dentro de cada compartimento, não diferem entre si pelo Teste de Duncan em 5 %.

M: mata; CRE: cacau renovado com eritrina; CRC: cacau renovado cabruca; CAC: cacau antigo cabruca; CAE: cacau antigo com eritrina; JC: jardim clonal.

De modo geral, foi encontrado na serapilheira maior número de indivíduos e de grupos da fauna quando comparado ao solo, com exceção da Mata que apresentou maior densidade e riqueza no solo no período do verão (Quadros 4 e 5). A maior população da fauna na serapilheira ocorreu porque este compartimento é mais rico em C e N lábil que o solo. Mais que uma fonte de alimentação, a serapilheira providência habitat apropriado para a maioria dos grupos de invertebrados do solo (Decaëns et al, 1998). A quantidade e qualidade da serapilheira depositada sobre o solo resultam diretamente da estrutura e natureza da vegetação. A formação de uma camada de matéria orgânica e uma subsequente modificação do microclima resulta em um aumento em biomassa, densidade, riqueza taxonômica e diversidade.

Além disso, verificou-se que, durante o verão o número de indivíduos e de grupos não difere significativamente entre os compartimentos solo e serapilheira para a maioria das áreas (Quadros 4 e 5). Como este foi o período mais chuvoso, a serapilheira sofreu lavagem pela ação das chuvas, enriquecendo o solo com nutrientes (Gama-Rodrigues e Miranda, 1991). Deste modo, a influência da umidade não se restringiu apenas sobre a lixiviação de nutrientes, mas também sobre a criação de condições favoráveis à colonização de invertebrados do solo, culminando com a igualdade da densidade e riqueza de grupos no solo e na serapilheira neste período.

As áreas apresentaram pequenas variações dos índices de diversidade, com exceção de algumas áreas que apresentaram índices de Shannon menores que 2,0 (solo da Mata e serapilheira de Cacau renovado com eritrina (setembro de 2003)); solos da Mata e Jardim clonal e serapilheiras de Cacau antigo cabruca e Jardim clonal (fevereiro de 2004); solos de Cacau antigo cabruca e Jardim clonal e serapilheira de Cacau antigo cabruca (agosto de 2004)) (Quadro 6).

As áreas que apresentaram maiores índices de Shannon no solo por época foram Cacau renovado com eritrina em setembro de 2003 ($H=2,55$) e em fevereiro de 2004 ($H=3,19$) e, a Mata em agosto de 2004 ($H=3,07$) (Quadro 6). Enquanto o índice de Pielou apresentou maiores índices no solo do Jardim Clonal ($e=0,80$), em setembro de 2003; Cacau renovado com eritrina ($e=0,78$), fevereiro de 2004 e Mata ($e=0,79$), agosto de 2004 (Quadro 7).

Na serapilheira, os índices de diversidade e uniformidade foram mais altos nas áreas Cacau antigo cabruca ($H = 2,90$ e $e = 0,70$), Mata ($H = 3,37$ e $e = 0,82$) e Cacau antigo com eritrina ($H=2,81$ e $e=0,65$), respectivamente em setembro de 2003, fevereiro de 2004 e agosto de 2004 (Quadros 6 e 7). Altos valores dos índices de diversidade e uniformidade indicam comunidades mais uniformes, onde a dominância de um ou poucos grupos é mais atenuada. Sobre o índice de diversidade de Shannon, Odum (1988) reportou que este é o índice que atribui um maior peso às espécies raras presentes na comunidade, o que o torna apropriado para o uso em ecologia do solo.

Entre as épocas de coleta, maiores índices de diversidade foram encontrados no período de inverno para a maioria das coberturas vegetais (Quadro 6). Isto ocorreu, provavelmente, por causa de uma redução na população de grupos mais numerosos devido a menor oferta de alimento proveniente da deposição da serapilheira, acarretando, assim, em aumento da diversidade. Fontes (2006), estudando as mesmas áreas de sistemas agroflorestais de cacau encontrou menor aporte de resíduos no período compreendido entre março a setembro. Corrêa Neto et al. (2001), avaliando a fauna do solo e a deposição de serapilheira em diferentes coberturas (eucalipto e floresta secundária), encontraram maiores valores de diversidade no outono.

Quadro 6: Índice de diversidade de Shannon do solo e da serapilheira

	Setembro de 2003		Fevereiro de 2004		Agosto de 2004	
	Solo	Serapilheira	Solo	Serapilheira	Solo	Serapilheira
M	1,37	2,84	1,63	3,37	3,07	2,62
CRE	2,55	1,73	3,19	2,45	2,65	2,64
CRC	2,42	2,19	2,72	2,43	2,71	2,43
CAC	2,52	2,90	2,07	1,63	1,77	1,97
CAE	2,45	2,18	2,47	2,22	2,78	2,81
JC	2,39	2,18	1,38	1,41	1,97	2,51

M: mata; CRE: cacau renovado com eritrina; CRC: cacau renovado cabruca; CAC: cacau antigo cabruca; CAE: cacau antigo com eritrina; JC: jardim clonal.

Quadro 7: Índice de uniformidade de Pielou do solo e da serapilheira

	Setembro de 2003		Fevereiro de 2004		Agosto de 2004	
	Solo	Serapilheira	Solo	Serapilheira	Solo	Serapilheira
M	0,40	0,68	0,41	0,82	0,79	0,58
CRE	0,74	0,42	0,78	0,55	0,65	0,61
CRC	0,64	0,55	0,68	0,54	0,64	0,52
CAC	0,70	0,70	0,53	0,39	0,48	0,44
CAE	0,74	0,54	0,59	0,51	0,75	0,65
JC	0,80	0,53	0,41	0,33	0,57	0,66

M: mata; CRE: cacau renovado com eritrina; CRC: cacau renovado cabruca; CAC: cacau antigo cabruca; CAE: cacau antigo com eritrina; JC: jardim clonal.

A população de alguns grupos diferiu em função da variação sazonal. No solo, os grupos sínfilos, aranhas, psocópteros, colêmbolos e proturos diferenciaram-se quanto ao número de indivíduos entre as épocas de coleta. Os valores obtidos a partir das amostras de solo coletadas no verão foram, pelo menos, 1,3 vezes maior do que os encontrados nas outras épocas, para os grupos collembola, symphyla e araneae (Figura 7). O grupo Protura, por sua vez, apresentou número de indivíduos 13 vezes maior. Apesar de não ter encontrado nenhum indivíduo do grupo Psocoptera nas amostras de solo e serapilheira coletadas em setembro de 2003, foi observado um número de indivíduos deste grupo cinco vezes maior em agosto de 2004.

Na serapilheira, os pauropodos e proturos tiveram sua densidade maior no verão de, pelo menos 1,2 vezes em relação às outras épocas de coletas, enquanto o número de indivíduos de coleópteros, isópodes e psocópteros foi, no

mínimo, 1,1 vez maior em agosto de 2004 (Figura 7). Estes resultados sugerem uma alta sensibilidade destes grupos da fauna em relação às condições diferenciadas de temperatura e umidade entre as épocas coletadas, o que constituiu um fator limitante para a sobrevivência destes organismos, que em períodos desfavoráveis, como de seca, por exemplo, poderiam migrar para outras áreas ou até mesmo se extinguir.

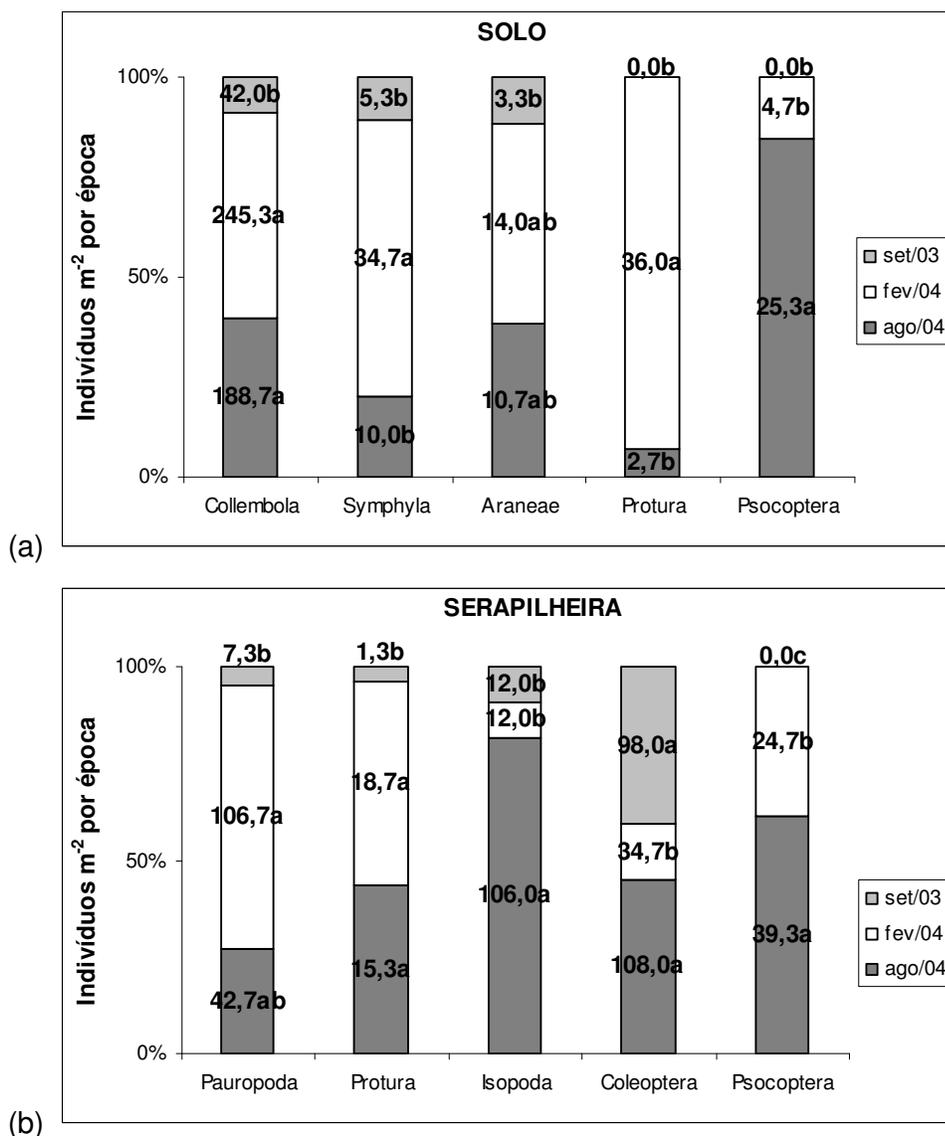


Figura 7: Grupos do solo (a) e da serapilheira (b) que apresentaram densidades diferentes entre as épocas estudadas.

Os grupos que não apresentaram diferença no número de indivíduos entre época de coleta no solo nem na serapilheira foram Formicidae, larva de Diptera, Diplopoda, Oligochaeta, Chilopoda, larva de Coleoptera, Gastropoda, Pseudoscorpionida, Hymenoptera, Diplura, Dermaptera e Blattodea. Os indivíduos destes grupos devem adotar alguma estratégia de sobrevivência, o que permite que suportem condições ambientais adversas. No caso das minhocas (Oligochaeta), durante a estação seca, elas tendem a buscar abrigo nas camadas mais úmidas do solo. Se a seca persistir ou se o lençol freático for muito profundo, várias espécies cavam câmaras individuais arredondadas, revestidas por um muco espesso e se enrolam de modo a deixar a boca e o ânus protegido. Nessa fase, denominada de estivação, as minhocas diminuem o metabolismo e deixam de se alimentar (Righi, 1990).

4.1.4. Grupos funcionais

Entre os grupos encontrados, houve maior abundância de Formicidae e Collembola. As formigas constituem um dos grupos mais importantes das regiões tropicais e, isso tanto pela diversidade como pela sua abundância. Até 50% da fauna de formigas pode estar associada à serapilheira em florestas tropicais (Delabie e Fowler, 1995) e, 63% de todas as espécies descritas no mundo (aproximadamente 6.300) habitam o solo e, ou, a serapilheira (Wall e Moore, 1999).

No solo e na serapilheira da Mata pôde ser observada maior abundância do grupo Formicidae em todas as coletas (21 a 77%) (Figuras 8, 9, 10, 11, 12 e 13). Moço et al. (2005), estudando a composição da fauna edáfica em diferentes coberturas florestais, encontraram a predominância do grupo Hymenoptera, sendo a maioria composta por formigas, tanto no solo como na serapilheira. As formigas realizam importantes funções, como melhorar o arejamento e a penetração da água no solo e incorporar matéria orgânica ao solo tornando-o fértil.

Devido às várias posições que as formigas podem ocupar na cadeia trófica, seu efeito sobre um ecossistema pode ser muito variado. As espécies de formigas herbívoras, isto é, cortadeiras que cultivam um fungo simbiote, geralmente cortam partes específicas de plantas e as carregam para o ninho. Estas formigas acumulam grande quantidade de nutrientes em um só lugar, concentrando nutrientes e exercendo, desta forma, o papel de recicladores de

nutrientes. Outro efeito importante das formigas sobre um ecossistema é a predação sobre outros insetos e artrópodes. Algumas espécies são muito eficientes como predadoras, contribuindo no controle biológico de outras pragas.

Os colêmbolos constituem, juntamente com os ácaros, a maior parte dos organismos da mesofauna edáfica. A mais alta população de colêmbolos foi observada no solo (70%) e na serapilheira (80%) do Jardim clonal em fevereiro de 2004 (Figuras 12 e 13). Em termos de funcionalidade, os colêmbolos inserem-se no grupo dos micrófagos. As atividades tróficas destes animais incluem tanto o consumo de microrganismos e da microfauna como a fragmentação de material vegetal em decomposição (Correia e Andrade, 1999). Os colêmbolos, assim como os outros organismos da mesofauna do solo (ácaros, alguns grupos de miriápodes, aracnídeos e diversas ordens de insetos, alguns oligoquetos e crustáceos) são caracteristicamente terrestres, apesar de extremamente dependentes da umidade do solo. Badejo et al. (1998) encontraram correlação positiva e negativa, respectivamente, para umidade e temperatura do solo entre populações de colêmbolos com coberturas de diferentes qualidades.

Assim como as formigas, os cupins (ordem Isoptera) são classificados como insetos sociais, ou seja, diferenciam-se por apresentarem organização social. O grupo Isoptera foi encontrado no solo de Cacau antigo cabruca em setembro de 2003; no solo da Mata no verão e em agosto de 2004. Na serapilheira, os isópteros foram observados na Mata (verão) e em Cacau renovado cabruca (agosto de 2004). Em todos os casos sua densidade de indivíduos foi inferior a 2% (Quadros 8 e 9). Os isópteros alimentam-se especialmente por matéria vegetal que é em geral ingerida misturada com terra. Assimilam principalmente produtos de decomposição da celulose, tais como hemicelulose, amido e açúcares (Assad, 1997).

Os micrófagos e os saprófagos participam do processo de decomposição da matéria orgânica do solo, atuando na fragmentação do folhíço e na alimentação de microrganismos. A partir de suas atividades, estes organismos contribuem com a disponibilização dos nutrientes contidos na serapilheira para serem reabsorvidos pelas plantas.

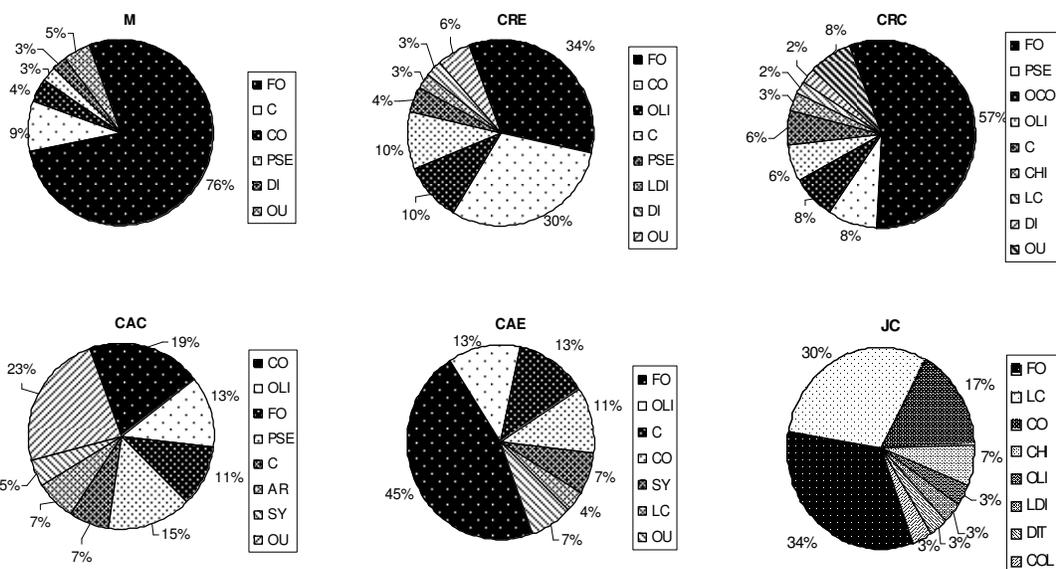


Figura 8: Distribuição dos grupos de fauna identificados no solo das diferentes coberturas vegetais em setembro de 2003.

FO-Formicidae; C - Coleoptera; CO – Collembola; DI – Diplopoda; LC - L. de Coleoptera; SY – Symphyla; PSE – Pseudoscorpionida; BL – Blattodea; AR – Araneae; OLI – Oligochaeta; CHI – Chilopoda; LDI - L. de Diptera; DIT – Díptera; TH -Thysanoptera; HE – Hemiptera; DU - Diplura; IS – Isopoda; PA – Pauropoda; PRO – Protura; PSO – Psocoptera; HY-Hymenoptera; LFO - L. de Formicidae; OU - Outros.

M - mata; CRE - cacau renovado com eritrina; CRC - cacau renovado cabruca; CAC - cacau antigo cabruca; CAE - cacau antigo com eritrina; JC - jardim clonal.

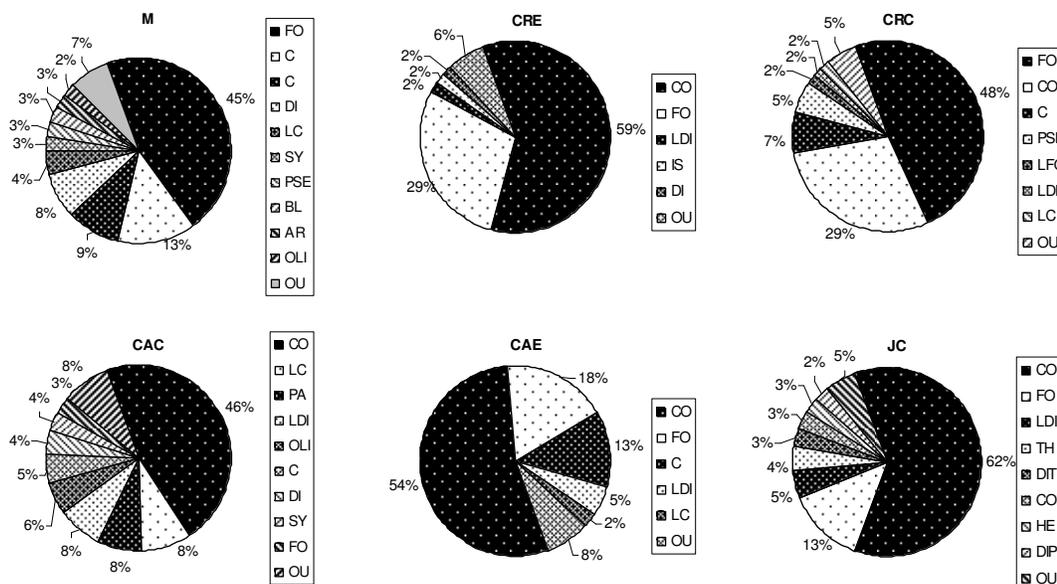


Figura 9: Distribuição dos grupos de fauna identificados na serapilheira das diferentes coberturas vegetais em setembro de 2003.

FO - Formicidae; C - Coleoptera; CO - Collembola; DI - Diplopoda; LC - L. de Coleoptera; SY - Symphyla; PSE - Pseudoscorpionida; BL - Blattodea; AR - Araneae; OLI - Oligochaeta; CHI - Chilopoda; LDI - L. de Diptera; DIT - Diptera; TH - Thysanoptera; HE - Hemiptera; DU - Diplura; IS - Isopoda; PA - Pauropoda; PRO - Protura; PSO - Psocoptera; HY - Hymenoptera; LFO - L. de Formicidae; OU - Outros.
M - mata; CRE - cacao renovado com eritrina; CRC - cacao renovado cabruca; CAC - cacao antigo cabruca; CAE - cacao antigo com eritrina; JC - jardim clonal.

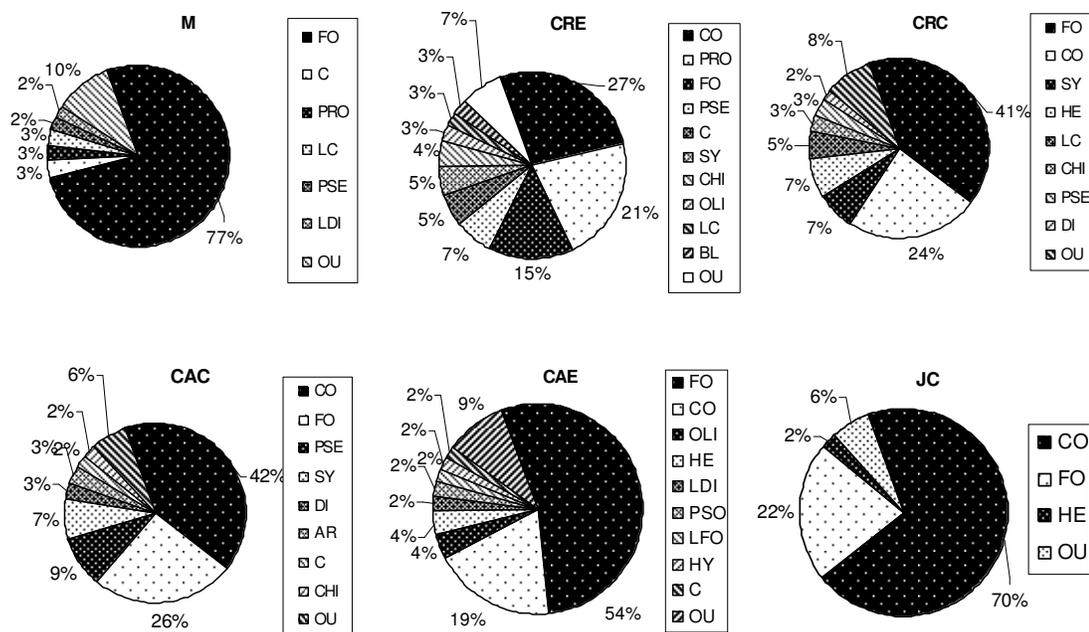


Figura 10: Distribuição dos grupos de fauna identificados no solo das diferentes coberturas vegetais em fevereiro de 2004.

FO - Formicidae; C - Coleoptera; CO - Collembola; DI - Diplopoda; LC - L. de Coleoptera; SY - Symphyla; PSE - Pseudoscorpionida; BL - Blattodea; AR - Araneae; OLI - Oligochaeta; CHI - Chilopoda; LDI - L. de Diptera; DIT - Diptera; TH - Thysanoptera; HE - Hemiptera; DU - Diplura; IS - Isopoda; PA - Pauropoda; PRO - Protura; PSO - Psocoptera; HY - Hymenoptera; LFO - L. de Formicidae; OU - Outros. M - mata; CRE - cacau renovado com eritrina; CRC - cacau renovado cabruca; CAC - cacau antigo cabruca; CAE - cacau antigo com eritrina; JC - jardim clonal.

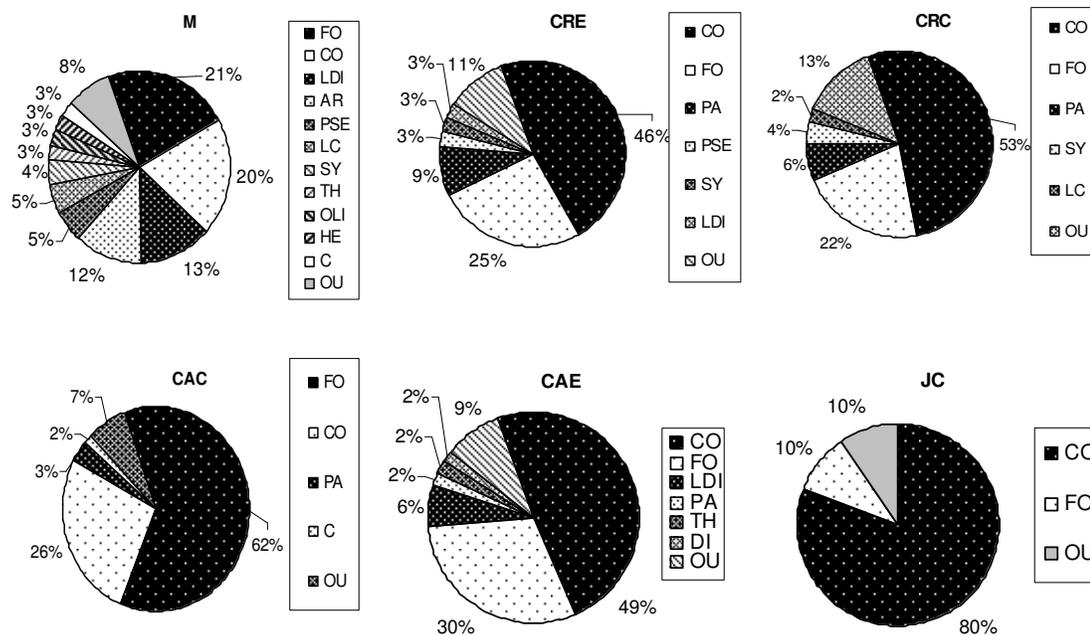


Figura 11: Distribuição dos grupos de fauna identificados na serapilheira das diferentes coberturas vegetais em fevereiro de 2004.

FO - Formicidae; C - Coleoptera; CO - Collembola; DI - Diplopoda; LC - L. de Coleoptera; SY - Symphyla; PSE - Pseudoscorpionida; BL - Blattodea; AR - Araneae; OLI - Oligochaeta; LDI - L. de Diptera; TH - Thysanoptera; HE - Hemiptera; PA - Pauropoda; OU - Outros.

M - mata; CRE - cacau renovado com eritrina; CRC - cacau renovado cabruca; CAC - cacau antigo cabruca; CAE - cacau antigo com eritrina; JC - jardim clonal.

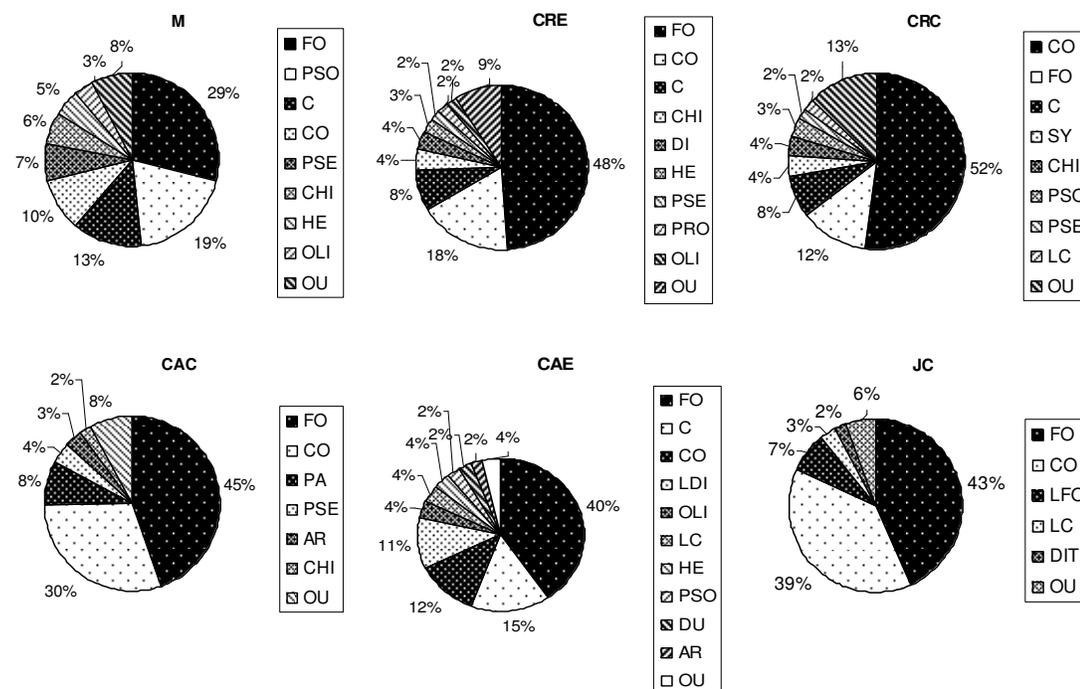


Figura 12: Distribuição dos grupos de fauna identificados no solo das diferentes coberturas vegetais em agosto de 2004.

FO - Formicidae; C - Coleoptera; CO - Collembola; DI - Diplopoda; LC - L. de Coleoptera; SY - Symphyla; PSE - Pseudoscorpionida; BL - Blattodea; AR - Araneae; OLI - Oligochaeta; CHI - Chilopoda; LDI - L. de Diptera; DIT - Diptera; TH - Thysanoptera; HE - Hemiptera; DU - Diplura; IS - Isopoda; PA - Pauropoda; PRO - Protura; PSO - Psocoptera; HY - Hymenoptera; LFO - L. de Formicidae; OU - Outros. M - mata; CRE - cacau renovado com eritrina; CRC - cacau renovado cabruca; CAC - cacau antigo cabruca; CAE - cacau antigo com eritrina; JC - jardim clonal.

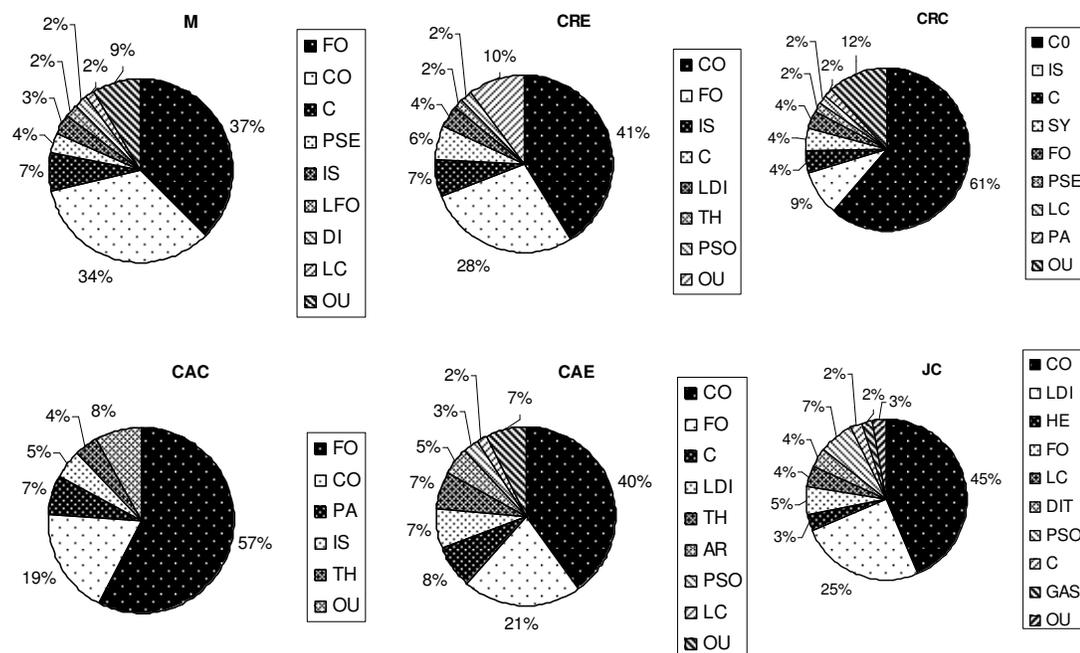


Figura 13: Distribuição dos grupos de fauna identificados na serapilheira das diferentes coberturas vegetais em agosto de 2004.

FO - Formicidae; C - Coleoptera; CO - Collembola; DI - Diplopoda; LC - L. de Coleoptera; SY - Symphyla; PSE - Pseudoscorpionida; BL - Blattodea; AR - Araneae; OLI - Oligochaeta; CHI - Chilopoda; LD I- L. de Diptera; DIT - Diptera; TH - Thysanoptera; HE - Hemiptera; DU - Diplura; IS - Isopoda; PA - Pauropoda; PRO - Protura; PSO - Psocoptera; HY - Hymenoptera; LFO - L. de Formicidae; GAS - Gastropoda; OU - Outros.

M - mata; CRE - cacau renovado com eritrina; CRC - cacau renovado cabruca; CAC - cacau antigo cabruca; CAE - cacau antigo com eritrina; JC - jardim clonal.

Sobre os organismos saprófagos, a larva de dípteros foi encontrada em todas as serapilheiras e em todos os solos, exceto no solo Cacau renovado cabruca (fevereiro de 2004) e Mata (agosto de 2004). Na serapilheira do Jardim clonal, a larva de díptera representou 25% do número total de indivíduos em agosto de 2004 (Figura 13). As larvas de dípteros do solo representam uma importante parcela da comunidade edáfica em uma variedade de ecossistemas, desde florestas a agroecossistemas. Suas abundâncias variam de centenas a milhares de indivíduos por metro quadrado e participam de processos biológicos importantes, como a decomposição da serapilheira e a ciclagem de nutrientes (Frouz, 1999).

Os diplópodes somente não foram observados no solo de Cacau antigo com eritrina e Jardim clonal (setembro de 2003) e na serapilheira de Cacau antigo com eritrina (agosto de 2004). Na serapilheira da Mata, em setembro de 2003, foi

encontrada uma população de diplópodes igual a 8% do total dos indivíduos (Figura 9). Em relação aos sínfilos, estes corresponderam a 8% do total de indivíduos no solo de Cacau renovado cabruca (fevereiro e agosto de 2004) (Figuras 10 e 12). O grupo Pauropoda foi observado apenas em fevereiro e em agosto de 2004, exceto na serapilheira de Cacau antigo cabruca e no solo de Cacau renovado com eritrina (setembro de 2003), onde foram observados paurópodes. Os organismos da classe Diplopoda, Symphyla e Pauropoda são miriápodes, grupo de animais de corpo alongado que se divide em cabeça e tronco. Esses animais vivem em solos úmidos, entre as folhas em decomposição e alimenta-se de resíduos vegetais mortos.

O grupo Oligochaeta foi um dos grupos predominantes no solo da área Cacau antigo cabruca (setembro de 2003), correspondendo a 20% do número de indivíduos totais (Figura 8). Estes organismos têm substancial influência sobre a distribuição, composição e atividade de comunidades microbianas que são responsáveis pela decomposição de resíduos orgânicos e têm papel chave na regulação biológica que mantém a qualidade do solo. De modo geral, as minhocas não ingerem restos orgânicos não decompostos, preferindo ingerir material parcialmente decomposto pela atividade de microrganismos (Assad, 1997).

Os grupos Protura e Psocoptera foram observados apenas em fevereiro e em agosto de 2004. Maior população de proturos foi encontrada no solo de Cacau renovado com eritrina (21%) em fevereiro de 2004 (Figura 10), enquanto os psocópteros foram mais abundantes no solo da Mata em agosto de 2004 (Figura 12). Os proturos vivem em lugares úmidos, entre troncos em decomposição, troncos e musgos (Assad, 1997). Os psocópteros podem viver em diferentes habitats: cascas de árvores, folhagens e sob pedras.

Os isópodes foram encontrados em maiores quantidades na serapilheira da área Cacau renovado com eritrina (10%) no inverno 2004 (Figura 13). Estes organismos são pequenos crustáceos terrestres. Outros organismos saprófagos encontrados foram: Gastropoda, Blattodea, Embioptera e Thysanura. Nas áreas em que estes grupos estiveram presentes, sua população correspondeu a menos que 3% da comunidade total.

Os predadores, ao se alimentarem de outros organismos, atuam na regulação biológica da população de outros grupos. Foram encontrados entre as

áreas estudadas: quilópodes, dipluros, pseudo-escorpiões e aranhas. O grupo Chilopoda foi encontrado no solo e na serapilheira de todos agrossistemas de cacau, exceto na serapilheira de Cacau antigo cabruca em fevereiro de 2004 e no solo e na serapilheira do Jardim clonal em agosto de 2004 (Figuras 8, 9, 10, 11, 12 e 13). O quilópode é um miriápode, mas ao contrário do diplópode, é um animal carnívoro.

O grupo dipluro foi observado no solo nas áreas Mata e Cacau antigo com eritrina em todas as épocas de coleta. Na serapilheira foi encontrado na Mata nas coletas de setembro de 2003 e agosto de 2004, em Cacau renovado cabruca em fevereiro de 2004 e em Cacau antigo cabruca em agosto de 2004 (Quadros 8 e 9). Estes insetos vivem em lugares úmidos sob casca de árvores, pedras, em madeira podre, em detritos etc. (Gallo, 2002).

A mais alta densidade de Pseudoscorpionida foi observada em setembro de 2003 no solo de Cacau antigo cabruca, equivalente a 13% do total de indivíduos no solo, enquanto o grupo Araneae ocorreu em maior número na serapilheira da Mata em fevereiro de 2004 (12%) (Figuras 8 e 10). Estes organismos possuem quelíceras (pinças) e se alimentam principalmente de insetos.

O coleóptero (larva e adulto) foi o grupo mais importante da categoria 'outros'. Seu regime alimentar é muito variado, tanto na forma larval como nos adultos, mas em geral ingerem folhas e restos vegetais. Muitas espécies são predadoras e outras são fitófagas (Assad, 1997). Em setembro de 2003, a larva de coleóptero apresentou predominância no solo do Jardim clonal (30%) (Figura 8). Este grupo foi observado em todas as áreas no solo e na serapilheira de fevereiro de 2004. O coleóptero adulto teve maior porcentagem de indivíduos no solo de Cacau antigo com eritrina em agosto de 2004 (15%) (Figura 12). Os himenópteros e os dípteros adultos corresponderam a menos que 4% do total de indivíduos encontrados.

Entre os grupos fitófagos observados entre as áreas incluem-se Thysanoptera, Hemiptera, Orthoptera e larva de Lepidoptera. Os fitófagos incluem aqueles organismos que se alimentam de partes vivas das plantas e, deste modo, não participam do processo de decomposição desempenhada pela fauna edáfica.

Quadro 8: Distribuição no solo do grupo classificado como 'Outros' (densidade inferior a 2%) nas diferentes coberturas vegetais nas três épocas de coleta

SETEMBRO DE 2003	
M	L. de Coleoptera, Diplura, L. de Diptera, Isopoda, Diptera, Chilopoda.
CRE	Symphyla, Pauropoda, Diptera, Chilopoda.
CRC	Thysanoptera, L. de Diptera, Hemíptera, Diplura, Symphyla, Araneae.
CAC	L. de Diptera, L. de Coleoptera, Isoptera, Diplopoda, Chilopoda.
CAE	L. de Formicidae, L. de Diptera, Diplura, Chilopoda.
JC	-
FEVEREIRO DE 2004	
M	Oligochaeta, Diplura, Araneae, Collembola, L. de Lepidóptera, Diplopoda, Pauropoda, Isoptera, Isopoda, Hemíptera.
CRE	Diplopoda, Araneae, Pauropoda, L. de Diptera, Psocoptera, Hemíptera, Gastropoda.
CRC	Protura, Coleoptera, Araneae, Pauropoda, Oligochaeta, Gastropoda, Isopoda, Diptera.
CAC	Oligochaeta, L. de Coleoptera, Hemíptera, Pauropoda, L. de Diptera, Isopoda, Blattodea.
CAE	Chilopoda, Symphyla, L. de Coleoptera, Araneae, Protura, Diplopoda, Pseudoscorpionida, Diplura, Diptera.
JC	Oligochaeta, Coleoptera, Symphyla, L. de Diptera, L. de Coleoptera, Diplopoda, Chilopoda.
AGOSTO DE 2004	
M	Symphyla, L. de Coleoptera, Isoptera, Diptera, Diplura, Diplopoda, Araneae.
CRE	L. de Coleoptera, Isopoda, Araneae, Psocoptera, L. de Diptera, Diptera, Symphyla, Pauropoda.
CRC	Pauropoda, Oligochaeta, L. de Diptera, Diplopoda, Araneae, Isoptera, Hemíptera, Diptera, Isopoda, Hymenoptera, Diplura.
CAC	Symphyla, Psocoptera, Coleoptera, Diplopoda, L. de Diptera, Isopoda, Diptera.
CAE	Formicidae, Coleoptera, Collembola, L. de Diptera, Oligochaeta, L. de Coleoptera, Hemíptera, Psocoptera, Diplura.
JC	L. de Diptera, Symphyla, Psocoptera, Diplopoda, Coleoptera, Araneae.

M: mata; CRE: cacau renovado com eritrina; CRC: cacau renovado cabruca; CAC: cacau antigo cabruca; CAE: cacau antigo com eritrina; JC: jardim clonal.

Quadro 9: Distribuição na serapilheira do grupo classificado como 'Outros' (densidade inferior a 2%) nas diferentes coberturas vegetais nas três épocas de coleta

SETEMBRO DE 2003	
M	Chilopoda, L. de Diptera, Diptera, Thysanoptera, Hemíptera, Diplura, Isopoda, Embioptera.
CRE	Coleoptera, L. de Coleoptera, Oligochaeta, Gastropoda, Pseudoscorpionida, Chilopoda, Thysanoptera, Araneae, Diptera, Protura, L. de Lepidoptera, Hemíptera.
CRC	Hemíptera, Diplopoda, Chilopoda, Symphyla, Araneae, Thysanoptera, Oligochaeta, Isopoda, Gastropoda.
CAC	Pseudoscorpionida, Hemíptera, Dermaptera, Thysanoptera, Protura, Isopoda, Hymenoptera, Chilopoda, Araneae.
CAE	Hymenoptera, Diptera, Protura, Chilopoda, L. de Formicidae, Isopoda, Hemíptera, Symphyla, Pauropoda, Pseudoscorpionida, Oligochaeta, L. lepidóptera.
JC	Araneae, L. de Coleoptera, Pseudoscorpionida, Chilopoda, Oligochaeta, L. de Formicidae, Symphyla, Hymenoptera, Gastropoda.
FEVEREIRO DE 2004	
M	Psocoptera, Protura, Orthoptera, Isoptera, Diptera, Diplopoda.
CRE	Isopoda, L. de Coleoptera, Protura, Coleoptera, Psocoptera, Araneae, Diplopoda, Hemíptera, L. de Lepidoptera, L. de Formicidae, Hymenoptera, Diptera, Chilopoda, Thysanoptera, Orthoptera, Oligochaeta.
CRC	Pseudoscorpionida, Protura, Chilopoda, Thysanoptera, Coleoptera, Araneae, Psocoptera, L. de Diptera, Diplopoda, Gastropoda, Isopoda, Hemíptera, Diplura, Thysanura, Orthoptera, Oligochaeta, Diptera, Blattodea.
CAC	L. de Formicidae, Hemíptera, Psocoptera, L. de Coleoptera, Thysanoptera, Pseudoscorpionida, Oligochaeta, L. de Lepidoptera, Hymenoptera, L. de Diptera, Symphyla, Diptera, Diplopoda, Araneae.
CAE	Araneae, L. de Coleoptera, Coleoptera, Hemíptera, Protura, Psocoptera, Pseudoscorpionida, Diptera, Chilopoda, Oligochaeta, Symphyla, L. de Formicidae, Isopoda, Hymenoptera.
JC	Diplopoda, Coleoptera, Psocoptera, Hemíptera, Gastropoda, Araneae, Pauropoda, L. de Diptera, L. de Coleoptera, Chilopoda, Protura, Hymenoptera, L. de Formicidae, Diptera, Thysanoptera, Oligochaeta, Isopoda.
AGOSTO DE 2004	
M	Psocoptera, Hemíptera, Symphyla, Thysanoptera, L. de Diptera, Araneae, Oligochaeta, Diptera, Chilopoda, Hymenoptera, Diplura, Protura, Pauropoda, Orthoptera, Gastropoda.
CRE	L. de Coleoptera, Isopoda, Araneae, Psocoptera, L. de Diptera, Diptera, Symphyla, Pauropoda.
CRC	Chilopoda, Thysanoptera, L. de Diptera, Protura, Hemíptera, Araneae, Diplopoda, Psocoptera, Oligochaeta, Dermaptera, L. de Lepidóptera, L. de Formicidae, Gastropoda, Orthoptera, Isoptera, Hymenoptera, Diptera, Blattodea.
CAC	Coleoptera, Diplopoda, Araneae, Diplura, Psocoptera, L. de Diptera, Diptera, Chilopoda, Symphyla, Orthoptera, Oligochaeta, Gastropoda, Pseudoscorpionida, Protura, L. de Formicidae, Hymenoptera, Hemíptera.
CAE	Hymenoptera, Diptera, Protura, Chilopoda, L. de Formicidae, Isopoda, Hemíptera, Symphyla, Pauropoda, Pseudoscorpionida, Oligochaeta, L. lepidóptera.
JC	Hymenoptera, Thysanoptera, Symphyla, Pauropoda, Diplopoda.

Analisar a composição e a importância de determinados grupos funcionais da comunidade contribui para a compreensão da capacidade reguladora da fauna do solo nos ecossistemas (Correia e Oliveira, 2000). Nas figuras 14, 15 e 16 estão representadas as composições totais dos grupos funcionais entre as áreas. De modo geral, os grupos funcionais predominantes entre as áreas estudadas foram os micrófagos e os insetos sociais em ambos os compartimentos.

Em fevereiro de 2004, foi observado maior número de indivíduos saprófagos no solo de Cacau renovado com eritrina (36%), enquanto na serapilheira foram observados 35% dos indivíduos saprófagos no Jardim clonal (setembro de 2003) (Figuras 14 e 15). A Mata, Cacau antigo cabruca e Cacau renovado cabruca também apresentaram uma população representativa de saprófagos na serapilheira, respectivamente, 24% (fevereiro de 2004), 30% (setembro de 2003) e 20% (agosto de 2004). Grupos de saprófagos foram verificados em maior quantidade no solo de Cacau renovado com eritrina (9 grupos) e na serapilheira de Cacau renovado cabruca no verão (11 grupos) (Quadros 10 e 11).

No solo da área Cacau cabruca antigo foi observado maior número de predadores em setembro de 2003 (20%) (Figura 14). Por outro lado, na serapilheira verificou-se maior quantidade de predadores na Mata em fevereiro (17%) (Figura 15).

Quanto ao grupo 'outros', a mais alta densidade no solo foi verificada no solo do Jardim clonal (37%), enquanto na serapilheira foi observado na Mata (18%) em setembro de 2003 para ambos (Figura 14).

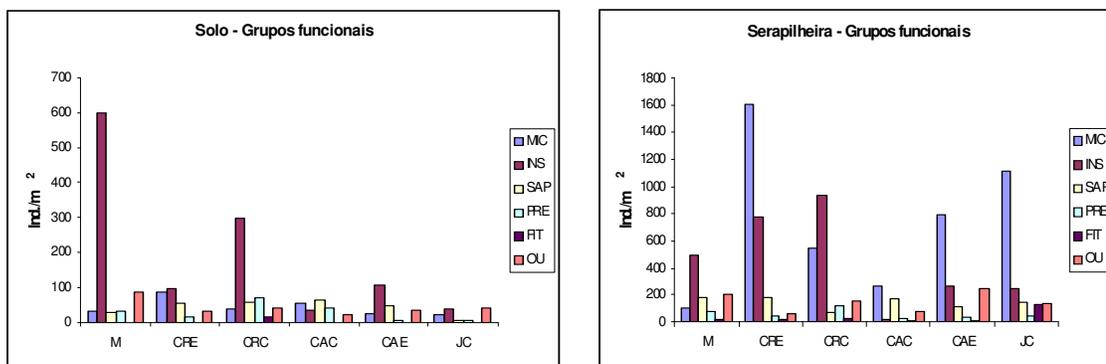


Figura 14: Grupos funcionais no solo e na serapilheira em setembro de 2003. MIC: micrófagos; INS: insetos sociais (formigas e cupins); SAP: saprófagos; PRE: predadores; FIT: fitófagos; OU: Outros. M: mata; CRE: cacau renovado com eritrina; CRC: cacau renovado cabruca; CAC: cacau antigo cabruca; CAE: cacau antigo com eritrina; JC: jardim clonal.

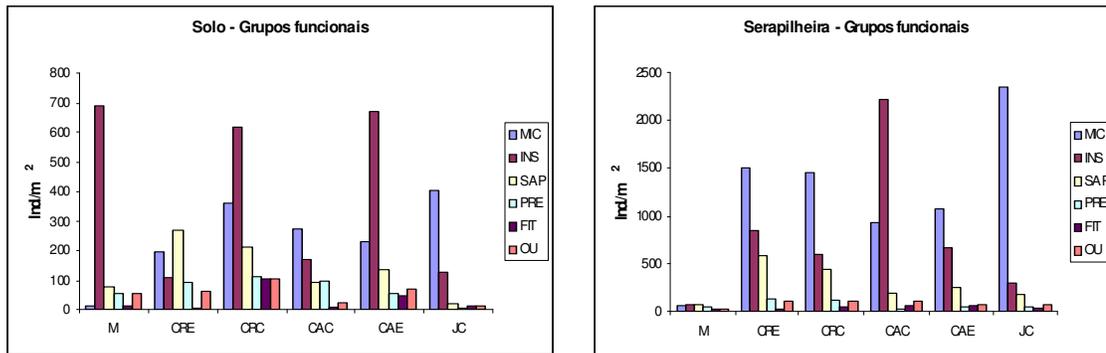


Figura 15: Grupos funcionais no solo e na serapilheira em fevereiro de 2004. MIC: micrófagos; INS: insetos sociais (formigas e cupins); SAP: saprófagos; PRE: predadores; FIT: fitófagos; OU: Outros. M: mata; CRE: cacau renovado com eritrina; CRC: cacau renovado cabruca; CAC: cacau antigo cabruca; CAE: cacau antigo com eritrina; JC: jardim clonal.

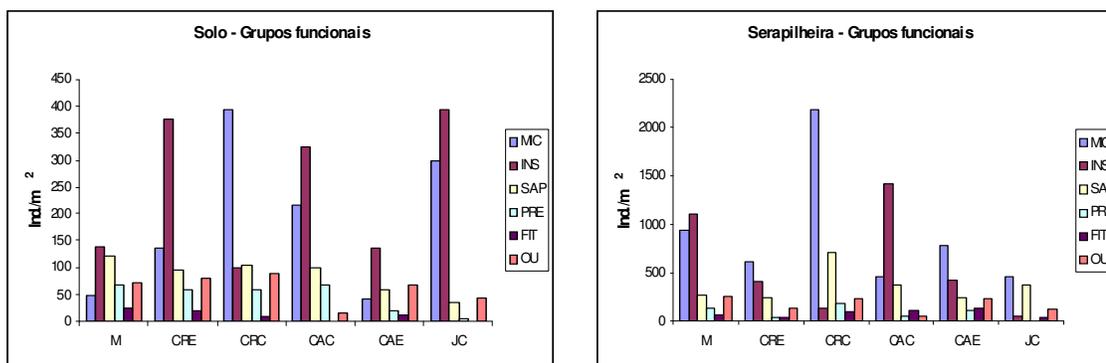


Figura 16: Grupos funcionais no solo e na serapilheira em agosto de 2004. MIC: micrófagos; INS: insetos sociais (formigas e cupins); SAP: saprófagos; PRE: predadores; FIT: fitófagos; OU: Outros. M: mata; CRE: cacau renovado com eritrina; CRC: cacau renovado cabruca; CAC: cacau antigo cabruca; CAE: cacau antigo com eritrina; JC: jardim clonal.

Quadro 10: Grupos saprófagos presentes no solo entre as áreas estudadas

SETEMBRO DE 2003	
M	Diplopoda, L. de Diptera, Isopoda.
CRE	Oligochaeta, Diplopoda, Symphyla, Pauropoda, L. de Diptera
CRC	Oligochaeta, Diplopoda, Symphyla, L. de Diptera.
CAC	Oligochaeta, Symphyla, L. de Diptera, Diplopoda.
CAE	Symphyla, Oligochaeta, L. de Diptera.
JC	Oligochaeta, L. de Diptera.
FEVEREIRO DE 2004	
M	Protura, Diplopoda, Pauropoda, L. de Diptera, Oligochaeta, Isopoda.
CRE	Protura, Symphyla, Oligochaeta, Blattodea, Diplopoda, Pauropoda, L. de Diptera, Psocoptera, Gastropoda.
CRC	Symphyla, Diplopoda, Protura, Pauropoda, Oligochaeta, Gastropoda, Isopoda.
CAC	Symphyla, Diplopoda, Oligochaeta, Pauropoda, L. de Diptera, Isopoda, Blattodea.
CAE	Oligochaeta, L. de Diptera, Psocoptera, Symphyla, Protura, Diplopoda.
JC	Oligochaeta, Symphyla, L. de Diptera, Diplopoda.
AGOSTO DE 2004	
M	Psocoptera, Oligochaeta, Symphyla, Diplopoda.
CRE	Diplopoda, Protura, Oligochaeta, Isopoda, Psocoptera, L. de Diptera, Symphyla, Pauropoda.
CRC	Symphyla, Psocoptera, Pauropoda, Oligochaeta, L. de Diptera, Diplopoda, Isopoda.
CAC	Pauropoda, Symphyla, Psocoptera, Diplopoda, L. de Diptera, Isopoda.
CAE	L. de Diptera, Diplopoda, Oligochaeta, Psocoptera.
JC	Symphyla, Psocoptera, Diplopoda, L. de Diptera.

M: mata; CRE: cacau renovado com eritrina; CRC: cacau renovado cabruca; CAC: cacau antigo cabruca; CAE: cacau antigo com eritrina; JC: jardim clonal.

Quadro 11: Grupos saprófagos presentes na serapilheira entre as áreas estudadas

SETEMBRO DE 2003	
M	Diplopoda, Symphyla, Blattodea, Oligochaeta, L. de Diptera, Isopoda, Embioptera.
CRE	L. de Diptera, Isopoda, Diplopoda, Oligochaeta, Gastropoda, Protura.
CRC	L. de Diptera, Diplopoda, Symphyla, Oligochaeta, Isopoda, Gastropoda.
CAC	L. de Diptera, Pauropoda, Oligochaeta, Diplopoda, Symphyla, Protura, Isopoda.
CAE	L. de Diptera, Diplopoda, Oligochaeta, Isopoda, Gastropoda.
JC	L. de Diptera, Diplopoda, Oligochaeta, Symphyla, Gastropoda.
FEVEREIRO DE 2004	
M	L. de Diptera, Symphyla, Oligochaeta, Psocoptera, Protura, Diplopoda.
CRE	Pauropoda, Symphyla, L. de Diptera, Isopoda, Protura, Psocoptera, Diplopoda, Oligochaeta.
CRC	Pauropoda, Symphyla, Protura, Psocoptera, L. de Diptera, Diplopoda, Gastropoda, Isopoda, Thysanura, Blattodea, Oligochaeta.
CAC	Pauropoda, Psocoptera, Oligochaeta, L. de Diptera, Symphyla, Diplopoda.
CAE	L. de Diptera, Pauropoda, Diplopoda, Protura, Psocoptera, Oligochaeta, Symphyla, Isopoda.
JC	Diplopoda, Psocoptera, Gastropoda, Pauropoda, L. de Diptera, Protura, Oligochaeta Isopoda.
AGOSTO DE 2004	
M	Isopoda, Psocoptera, Diplopoda, Symphyla, L. de Diptera, Oligochaeta, Protura, Pauropoda, Gastropoda.
CRE	L. de Diptera, Isopoda, Psocoptera, Protura, Pauropoda, Diplopoda, Symphyla, Oligochaeta, Gastropoda.
CRC	Isopoda, Symphyla, Pauropoda, L. de Diptera, Protura, Diplopoda, Psocoptera, Oligochaeta, Gastropoda, Blattodea.
CAC	Pauropoda, Isopoda, Diplopoda, Psocoptera, L. de Diptera, Symphyla, Oligochaeta, Gastropoda, Protura.
CAE	L. de Diptera, Psocoptera, Protura, Isopoda, Symphyla, Pauropoda, Oligochaeta.
JC	L. de Diptera, Psocoptera, Gastropoda, Symphyla, Pauropoda, Diplopoda.

M: mata; CRE: cacau renovado com eritrina; CRC: cacau renovado cabruca; CAC: cacau antigo cabruca; CAE: cacau antigo com eritrina; JC: jardim clonal.

4.2. Fauna do solo relacionada às características do solo

A relação entre a fauna edáfica e as características do solo podem ser visualizadas a partir da análise de componentes principais (ACP). O primeiro eixo da ACP relacionado a setembro de 2003 explicou 29,6% da variação dos dados. Os grupos da fauna mais correlacionados a este eixo foram: Pseudoscorpionida, Chilopoda, Diplopoda e Coleóptera (autovetores positivos). Estes organismos apresentaram forte influência dos atributos do solo também correlacionados ao primeiro eixo da ACP que foram carbono e argila (autovetores positivos) (Figura 17). Hemiptera, Thysanoptera e larva de Diptera também se correlacionaram com o primeiro eixo, porém com autovetores negativos, sob influência da relação C/N (Figura 17). O segundo eixo, que explicou 25,6% da variação dos dados, correlacionou os grupos Isopoda, Diplura e Formicidae com o teor de alumínio, nitrogênio e H+Al, indicando a influência destas características sobre estes grupos da fauna.

A área CRC se posicionou mais à direita do diagrama, indicando que as características identificadas como as mais fortemente correlacionadas com o primeiro eixo (Pseudoscorpionida, Chilopoda, Diplopoda, Coleoptera, carbono e argila) foram também os fatores que mais influenciaram no comportamento desta área. De um modo geral, a alta densidade e riqueza da fauna no solo da área Cacau renovado cabruca pode estar relacionada provavelmente ao teor de C e N do solo ser um dos mais altos entre as áreas estudadas (Quadro 12).

Em relação a CAC e CAE, estas áreas posicionaram-se em quadrantes diferentes de CRC e CRE, indicando dissimilaridade entre essas áreas (Figura 17). O teor de potássio revelou maior peso e correlação com as áreas CAC e CAE, enquanto a relação C/N apresentou maior correlação com CRC e CRE. O Jardim clonal e a Mata posicionaram-se, isoladamente, em quadrantes diferentes.

Para o diagrama de ordenação dos grupos da fauna em fevereiro de 2004, a ACP explicou no primeiro eixo 31,3% da variação total e no segundo 26,2%. Neste período, os grupos da fauna Symphyla, Chilopoda e Gastropoda e o teor de carbono do solo foram as variáveis que mais se correlacionaram ao primeiro eixo (positivo), indicando alta inter-relação entre estes grupos com o carbono no solo (Figura 18). No segundo eixo, foi verificada correlação com os grupos Formicidae (larva e adulto), Oligochaeta, Psocoptera, Hymenoptera, Coleoptera e Protura (Figura 18). O teor de nitrogênio e de argila foi a

característica do solo correlacionada ao segundo eixo e, por conseqüência, tiveram maior influência sobre estes grupos.

Como conseqüência do alto teor de carbono, CRC se apresentou isolado à direita do diagrama de ordenação, igualmente ao que ocorreu em setembro de 2003, havendo também forte influência da alta densidade de símfios nesta área. Nesta época, as áreas CAC e CRE se posicionaram no mesmo quadrante, indicando similaridade entre elas, enquanto a área Cacao antiga com eritrina, Mata e Jardim clonal ficaram em quadrantes isolados das outras áreas, sugerindo características distintas entre estas e as demais áreas.

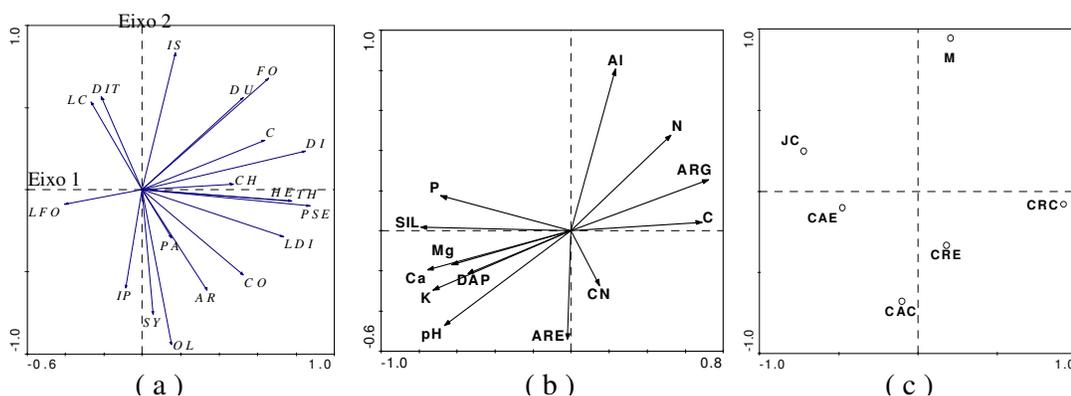


Figura 17: Diagrama de ordenação dos grupos da fauna (a), dos atributos do solo (b) e das áreas (c) no solo em setembro de 2003 em uma análise de componentes principais.

(a) FO - Formicidae; C - Coleoptera; CO - Collembola; DI - Diplopoda; LC - L. de Coleoptera; SY - Symphyla; PSE - Pseudoscorpionida; BL - Blattodea; AR - Araneae; OL - Oligochaeta; CH - Chilopoda; LDI - L. de Diptera; DIT - Diptera; TH - Thysanoptera; HE - Hemiptera; DU - Diplura; IS - Isopoda; PA - Pauropoda; PR - Protura; PSO - Psocoptera; HY - Hymenoptera; LFO - L. de Formicidae; IP - Isoptera. (b) DAP - densidade aparente do solo; ARG - argila; ARE - areia; SIL - silte; CN - relação C/N; P - fósforo; K - potássio; N - nitrogênio; C - carbono; Mg - magnésio; Ca - cálcio; Al - alumínio. (c) M - mata; CRE - cacau renovado com eritrina; CRC - cacau renovado cabruca; CAC - cacau antigo cabruca; CAE - cacau antigo com eritrina; JC - jardim clonal.

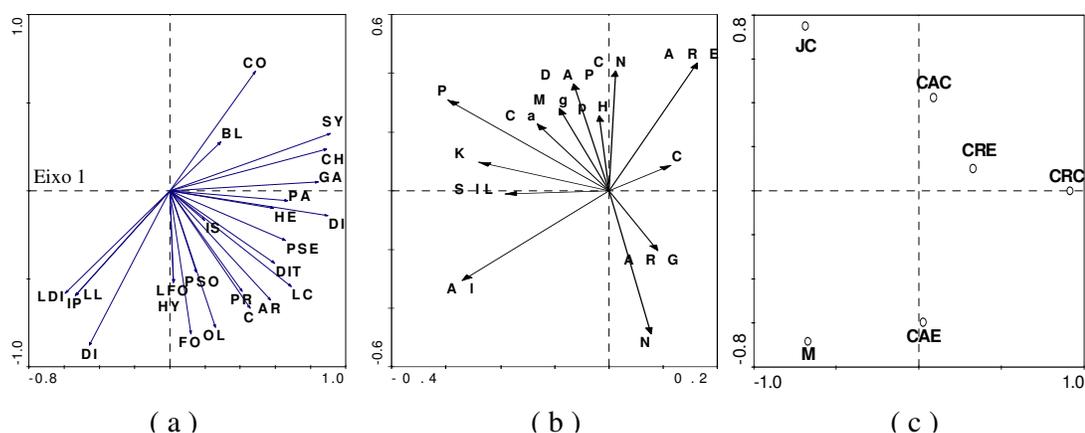


Figura 18: Diagrama de ordenação dos grupos da fauna (a), atributos do solo (b) e das áreas (c) no solo em fevereiro de 2004 em uma análise de componentes principais.

(a) FO - Formicidae; C - Coleoptera; CO - Collembola; DI - Diplopoda; LC - L. de Coleoptera; SY - Symphyla; PSE - Pseudoscorpionida; BL - Blattodea; AR - Araneae; OL - Oligochaeta; CHI - Chilopoda; LDI - L. de Diptera; DIT - Diptera; TH - Thysanoptera; HE - Hemiptera; DU - Diplura; IS - Isopoda; PA - Paupoda; PR - Protura; PSO - Psocoptera; HY - Hymenoptera; LFO - L. de Formicidae; IP - Isoptera. (b) DAP - densidade aparente do solo; ARG - argila; ARE - areia; SIL - silte; CN - relação C/N; P - fósforo; K - potássio; N - nitrogênio; C - carbono; Mg - magnésio; Ca - cálcio; Al - alumínio. (c) M - mata; CRE - cacau renovado com eritrina; CRC - cacau renovado cabruca; CAC - cacau antigo cabruca; CAE - cacau antigo com eritrina; JC - jardim clonal.

Quadro 12: Caracterização química e física do solo sob as diferentes coberturas estudadas

	M	CRE	CRC	CAC	CAE	JC
pH	3,77 f	4,57 e	4,86 d	5,41 c	5,89 b	6,01 a
C (g/Kg)	41,15 a	39,72 b	40,19 ab	39,52 b	16,95 d	29,21 c
N (g/Kg)	3,90 a	2,94 c	3,32 b	2,60 d	3,40 b	2,09 e
P (mg dm ⁻³)	4,34 c	7,69 c	6,74 c	6,81 c	17 b	73,3 a
K (mg dm ⁻³)	69,00 d	53,00 e	44,67 e	114,33 a	97,33 b	87,00 c
Ca (cmol _c dm ⁻³)	1,38 f	3,92 e	4,81 d	5,75 c	10,20 b	12,43 a
Mg (cmol _c dm ⁻³)	1,14 f	2,31 e	3,46 c	3,05 d	4,65 b	6,55 a
Al (cmol _c dm ⁻³)	1,92 a	0,27 b	0,08 c	0,02 cd	0,00 d	0,00 d
C/N	10,57 d	13,53 b	12,16 c	15,19 a	4,98 e	14,13 ab
DAP	0,84 c	1,05 b	1,10 b	1,04 b	1,12 b	1,42 a
Argila (%)	51,87 a	44,00 b	39,83 c	37,37 d	23,47 e	20,47 f
Areia (%)	38,20 c	43,10 b	51,07 a	51,93 a	42,03 b	51,77 a
Silte (%)	9,93 de	12,9 c	9,10 e	10,7 d	34,5 a	27,77 b

C: carbono; N: nitrogênio; P: fósforo; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; Al: alumínio; C/N: relação Carbono/Nitrogênio; DAP: densidade aparente. M: mata; CRE: cacau renovado com eritrina; CRC: cacau renovado cabruca; CAC: cacau antigo cabruca; CAE: cacau antigo com eritrina; JC: jardim clonal. Médias seguidas de mesmas letras (linha) não diferem entre si pelo Teste de Duncan em 5%.

Foi observado no Jardim clonal maior teor de P, Ca e Mg no solo (Quadro 12). De acordo com a ACP (Figura 18), nenhum grupo da fauna se correlacionou com os teores destes nutrientes, indicando que o nível de fertilidade do solo não afetou a composição da fauna edáfica provavelmente por que estes organismos se adaptam a condições de baixa fertilidade e pH do solo. Vohland e Schroth (1999) estudando a influência de diferentes espécies de plantas sobre a macrofauna, não observaram nenhum efeito do nível de fertilização sobre a abundância ou diversidade da fauna.

Além disso, o Jardim clonal proporcionou menor média de grupos no solo (3,5 a 4,8 grupos em média). Isto pode ter ocorrido em função de uma maior compactação do solo, indicado pelo valor da densidade aparente do solo (DAP) (Quadro 12). Quanto maior a densidade do solo, maior o seu grau de compactação, limitando a movimentação dos organismos ao longo do perfil. As minhocas, por exemplo, são mais afetadas pelas condições físicas do solo. Estes organismos formam extensos canais, melhoram a estrutura do solo e são importantes para levar material orgânico da superfície para o interior do solo (Van Raij, 1991).

Em agosto de 2004, o diagrama de ordenação da ACP teve no primeiro eixo a explicação de 32,5% da variabilidade dos dados. Neste eixo sobressaíram os grupos Coleoptera, Oligochaeta, Psocoptera, Hemiptera correlacionados com alumínio, nitrogênio e argila como autovetores negativos e, Diptera (adulto e larva) e Formicidae (larva) correlacionados com DAP, pH, magnésio, potássio e fósforo com autovetores positivos. O segundo eixo explicou 26,6% da variação dos dados. Os maiores autovetores negativos foram colêmbolos, diplópodes, pauropodos, isópodes, proturos, sínfilos, aranhas e pseudo-escorpiões correlacionados com relação C/N e carbono (Figura 19). Os colêmbolos concentram-se em regiões próximas da superfície (0-10 cm de profundidade) e sua presença em maior ou menor escala, é condicionada ao equilíbrio desse meio, principalmente em relação a fatores do solo (pH, umidade, temperatura, textura, porosidade, matéria orgânica, microfauna, microflora e outros) e à cobertura vegetal, além dos efeitos do clima.

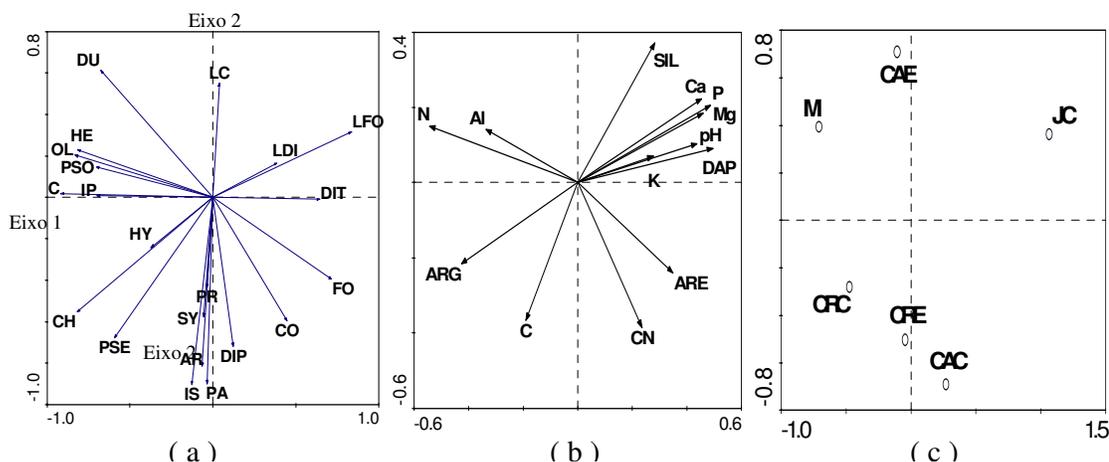


Figura 19: Diagrama de ordenação dos grupos da fauna (a), dos atributos do solo (b) e das áreas (c) no solo em agosto de 2004 em uma análise de componentes principais.

(a) FO - Formicidae; C - Coleoptera; CO - Collembola; DIP - Diplopoda; LC - L. de Coleoptera; SY - Symphyla; PSE - Pseudoscorpionida; BL - Blattodea; AR - Araneae; OL - Oligochaeta; CH - Chilopoda; LDI - L. de Diptera; DIT - Diptera; TH - Thysanoptera; HE - Hemiptera; DU - Diplura; IS - Isopoda; PA - Pauropoda; PR - Protura; PSO - Psocoptera; HY - Hymenoptera; LFO - L. de Formicidae; IP - Isoptera. (b) DAP - densidade aparente do solo; ARG - argila; ARE - areia; SIL - silte; CN - relação C/N; P - fósforo; K - potássio; N - nitrogênio; C - carbono; Mg - magnésio; Ca - cálcio; Al - alumínio. (c) M - mata; CRE - cacau renovado com eritrina; CRC - cacau renovado cabruca; CAC - cacau antigo cabruca; CAE - cacau antigo com eritrina; JC - jardim clonal.

Neste período, CRC e CRE se posicionaram no mesmo quadrante, indicando similaridade entre estas áreas (Figura 19). As variáveis que tiveram maior peso foram aquelas relacionadas ao segundo eixo do diagrama (Collembola, Diplopoda, Pauropoda, Isopoda, Protura, Symphyla, Araneae e Pseudoscorpionida, relação C/N e carbono). As áreas Cacau antigo com eritrina e Mata também se posicionaram no mesmo quadrante, tendo o grupo Dipluro maior peso, pois ocorreu apenas no solo destas áreas. A área Cacau antigo cabruca se posicionou sozinho em um quadrante no diagrama de ordenação.

Nos três períodos de estudo, o Jardim clonal se posicionou em um quadrante separado das demais áreas, provavelmente, por causa dos altos teores de P, Ca e Mg, e alta DAP (Quadro 12). Isto pode ser visualizado na ACP através dos maiores comprimentos dos autovetores destes componentes posicionados no quadrante correspondente ao Jardim clonal (Figuras 17, 18 e 19).

Para as três épocas de coleta a ACP demonstrou correlação entre a maioria dos grupos da fauna com os teores de nitrogênio, carbono e argila,

indicando que os organismos da fauna edáfica preferem ambientes que forneçam energia e umidade para a sua sobrevivência.

4.3. Fauna do solo relacionada à qualidade da serapilheira

Com o auxílio da ACP foi possível verificar a influência da qualidade da serapilheira sobre a fauna do solo. Em setembro de 2003, o primeiro eixo da ACP explicou 29,2% da variação total dos dados e o segundo eixo 26,6%. O primeiro eixo apresenta forte influência do número de indivíduos dos grupos da fauna Gastropoda, larva de Formicidae, Thysanoptera, Collembola, larva de Diptera e larva de Lepidóptera correlacionados com o teor de nitrogênio, fósforo, cálcio e celulose (autovetores negativos) (Figura 20). O fato de ter encontrado maior população de gastrópodes na serapilheira do Jardim clonal pode estar relacionado aos maiores teores de cálcio sob esta área (Quadro 12 e 13). Os gastrópodes exigem alta demanda de cálcio para a construção de suas conchas.

Com autovetores positivos sobressaíram os grupos sínfilos, larva de coleópteros e minhocas correlacionados com teor de polifenóis e relação polifenóis /N. As variáveis mais correlacionadas ao segundo eixo foram formigas, coleópteros, aranhas, quilópodes, pseudo-escorpiões, dipluros e diplópodes influenciados pela relação C/N, teor de carbono, lignina e relação lignina /N (autovetores positivos). As larvas de Formicidae requerem dietas ricas em proteína por encontrar-se em fase de crescimento (a fase metabolicamente mais ativa). Os adultos, ao contrário, requerem dietas ricas em carboidratos, pois seu metabolismo consome basicamente energia. Em muitas espécies de formigas (como também em muitos insetos) os adultos ingerem açúcares, provenientes de nectários florais ou extraflorais, de secreções de homópteros e hemípteros, de frutas ou diretamente da seiva das plantas. As larvas, ao contrário, são geralmente carnívoras, ingerem uma grande variedade de alimentos que suas irmãs adultas trazem, provenientes de artrópodes terrestres capturados vivos ou mortos, restos de animais vertebrados mortos, ovos de artrópodes, excrementos de aves e outros animais, todos ricos em proteína.

No diagrama de ordenação, o Cacao antigo cabruca e a Mata posicionaram-se mais à direita e em quadrantes isolados. No primeiro caso, está relacionado com a maior densidade de Pauropoda (Figura 9) e teor de potássio (Quadro 13) quando comparado às outras áreas. Quanto à Mata, isto se deve por

ocorrer o grupo Embioptera apenas nesta área e a influência da relação C/N. As áreas Cacau renovado cabruca e Jardim clonal agruparam-se no mesmo quadrante, assim como, o Cacau antigo com eritrina e Cacau renovado com eritrina.

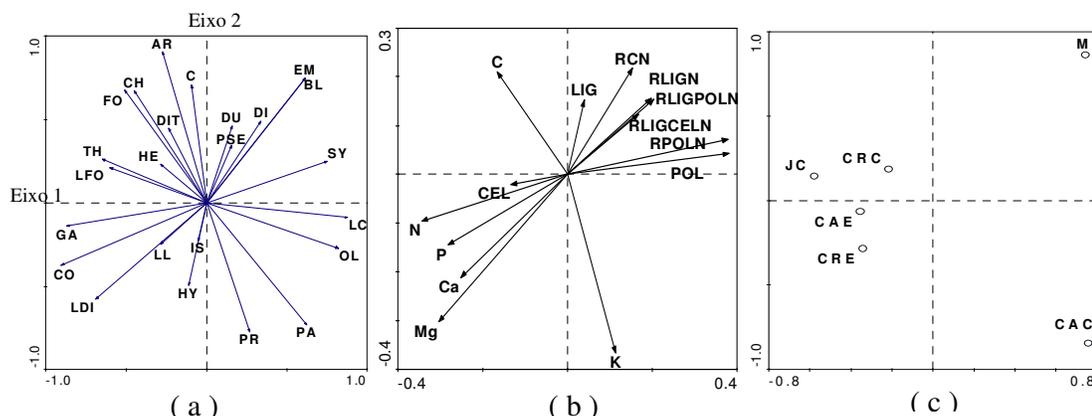


Figura 20: Diagrama de ordenação dos grupos da fauna (a), da composição química da serapilheira (b) e das áreas (c) na serapilheira em setembro de 2003 em uma análise de componentes principais.

(a) FO - Formicidae; C - Coleoptera; CO - Collembola; DI - Diplopoda; LC - L. de Coleoptera; SY - Symphyla; PSE - Pseudoscorpionida; BL - Blattodea; AR - Araneae; OL - Oligochaeta; CH - Chilopoda; LD I - L. de Diptera; DIT - Diptera; TH - Thysanoptera; HE - Hemiptera; DU - Diplura; IS - Isopoda; PA - Paupoda; PR - Protura; PSO - Psocoptera; HY - Hymenoptera; LFO - L. de Formicidae; GA - Gastropoda; LL - L. de Lepidoptera; EM - Embioptera; IP - Isoptera. (b) P - fósforo; K - potássio; N - nitrogênio; C - carbono; Mg - magnésio; Ca - cálcio; LIG - lignina; CEL - celulose; POL - polifenóis; RLIGN - relação lignina /N; RLIGCELN - relação (lignina + celulose) /N; RLIGPOLN - relação (lignina + celulose) /N; RPOLN - relação polifenóis /N; RCN - relação C/N. (c) M - mata; CRE - cacau renovado com eritrina; CRC - cacau renovado cabruca; CAC - cacau antigo cabruca; CAE - cacau antigo com eritrina; JC - jardim clonal.

Quadro 13: Composição química da serapilheira das diferentes coberturas estudadas (em g/kg)

	Coleta	M	CRE	CRC	CAC	CAE	JC
P	Set. / 03	0,53 f	0,88 d	0,61 e	0,90 c	1,82 a	1,25 b
	Fev. / 04	0,36 e	0,69 c	0,59 d	0,68 c	1,33 a	0,89 b
	Ago. / 04	0,21 e	0,63 c	0,40 d	0,59 c	1,26 a	1,04 b
Ca	Set. / 03	10,29 f	14,12 d	12,60 e	18,95 c	21,58 b	25,03 a
	Fev. / 04	12,66 c	16,72 b	14,87bc	21,44 a	22,23 a	15,03bc
	Ago. / 04	6,91 e	11,76 d	14,40 c	24,65 a	24,38 a	22,20 b
Mg	Set. / 03	2,06 f	4,77 b	3,13 e	4,08 c	3,35 b	5,20 a
	Fev. / 04	3,00 d	4,84 c	5,66 ab	5,03 c	5,12 bc	5,72 a
	Ago. / 04	2,84 e	3,33 d	4,50 b	4,32 b	3,83 c	6,07 a
N	Set. / 03	14,87 b	17,28 a	13,98 b	15,22 b	17,87 a	17,96 a
	Fev. / 04	16,89abc	18,20 a	17,11ab	14,22 c	17,37ab	15,14bc
	Ago. / 04	13,84 b	15,87 b	16,37 b	16,14 b	20,94 a	15,56 b
K	Set. / 03	0,61 e	0,79 d	0,37 f	1,34 a	0,88 c	1,02 b
	Fev. / 04	1,08 bc	1,15 b	1,00 cd	2,34 a	0,96 d	1,10 bc
	Ago. / 04	0,42 e	0,73 d	0,84 d	1,19 c	1,31 b	2,04 a
C	Set. / 03	396,87b	429,44a	395,49b	344,28e	363,18d	376,99c
	Fev. / 04	406,11a	411,97a	396,42b	366,36d	379,10c	389,93b
	Ago. / 04	411,24bc	424,68a	401,39c	365,70e	376,49d	416,79ab
Lignina	Set. / 03	350,09b	358,79ab	365,10a	318,50d	266,03e	336,24c
	Fev. / 04	346,39b	331,87c	371,47a	307,33d	259,21e	336,49bc
	Ago. / 04	347,09b	350,86b	368,34a	314,27d	266,32e	336,18c
Celulose	Set. / 03	182,56c	218,02a	204,27b	184,08c	152,93d	202,30b
	Fev. / 04	199,66bc	194,99c	208,92abc	213,54ab	170,91d	216,90a
	Ago. / 04	201,74b	215,58ab	208,39b	200,89b	165,59c	231,30a
Polifenóis	Set. / 03	6,91 a	5,13 b	6,53 a	6,86 a	2,37 d	4,44 c
	Fev. / 04	8,02 a	4,97 c	7,19 ab	6,65 b	3,04 d	5,52 c
	Ago. / 04	6,86 b	5,15 d	6,80 b	6,16 c	2,74 e	8,22 a
C/N	Set. / 03	26,72ab	24,88bc	28,61 a	22,66cd	20,36 d	20,99 d
	Fev. / 04	24,78 a	22,68 a	23,48 a	25,84 a	21,87 a	25,80 a
	Ago. / 04	30,97 a	26,77ab	25,35ab	22,76bc	18,05c	27,22ab
LIG/N	Set. / 03	23,57 b	20,79 c	26,43 a	20,97 c	14,90 d	18,73 c
	Fev. / 04	21,13 a	18,26ab	22,02 a	21,68 a	14,96 b	22,27 a
	Ago. / 04	26,15 a	22,11ab	23,25ab	19,57 b	12,77 c	21,99ab
POL/N	Set. / 03	0,47 a	0,30 b	0,47 a	0,45 a	0,13 c	0,25 b
	Fev. / 04	0,49a	0,27 cd	0,43 ab	0,47 ab	0,18 d	0,36 bc
	Ago. / 04	0,52 a	0,32 b	0,43 ab	0,38 b	0,13 c	0,54 a
LIGPOL/N	Set. / 03	24,04 b	21,09 c	26,90 a	21,42 c	15,04 d	18,97 c
	Fev. / 04	21,62 a	18,53ab	22,44 a	22,15 a	15,14 b	22,64 a
	Ago. / 04	26,66 a	22,44 ab	23,68ab	19,95 b	12,90 c	22,53 ab
LIGCEL/N	Set. / 03	35,86 b	33,43bc	41,17 a	33,08bc	23,47 d	29,99 c
	Fev. / 04	33,33ab	28,99bc	34,35ab	36,73 a	24,83 c	36,61 a
	Ago. / 04	41,35 a	35,70 a	36,51 a	32,06 a	20,71 b	37,14 a

C/N: relação Carbono/Nitrogênio; LIG/N: relação lignina/ N; POL/N: relação polifenóis / N; LIGPOL/N: relação (lignina + polifenóis) / N; LIGCEL/N: relação (lignina + celulose) / N. M: mata; CRE: cacau renovado com eritrina; CRC: cacau renovado cabruca; CAC: cacau antigo cabruca; CAE: cacau antigo com eritrina; JC: jardim clonal. Médias seguidas de mesmas letras (linha) não diferem entre si pelo Teste de Duncan em 5 %.

O diagrama de ordenação referente a fevereiro de 2004 explicou no primeiro eixo 39,4% da variação dos dados (Figura 21). Correlacionaram-se com este eixo o grupo coleóptero (adulto e larva), proturos, aranhas, pauropodos e quilópodes influenciados pelo teor de nitrogênio e carbono (valor negativo). No segundo eixo, que explicou 23,5% da variação total dos dados, os grupos ortópteros, sínfilos, tisanópteros, isópodes correlacionaram-se o teor de lignina (valor positivo) (Figura 21).

Neste período, as áreas Cacau renovado com eritrina e Cacau antigo com eritrina posicionaram-se no mesmo quadrante, indicando similaridade entre elas. Ao contrário, a Mata, Cacau renovado cabruca e Cacau antigo cabruca ficaram cada uma em um quadrante. A Mata ficou em um quadrante isolada em setembro de 2003 e fevereiro de 2004.

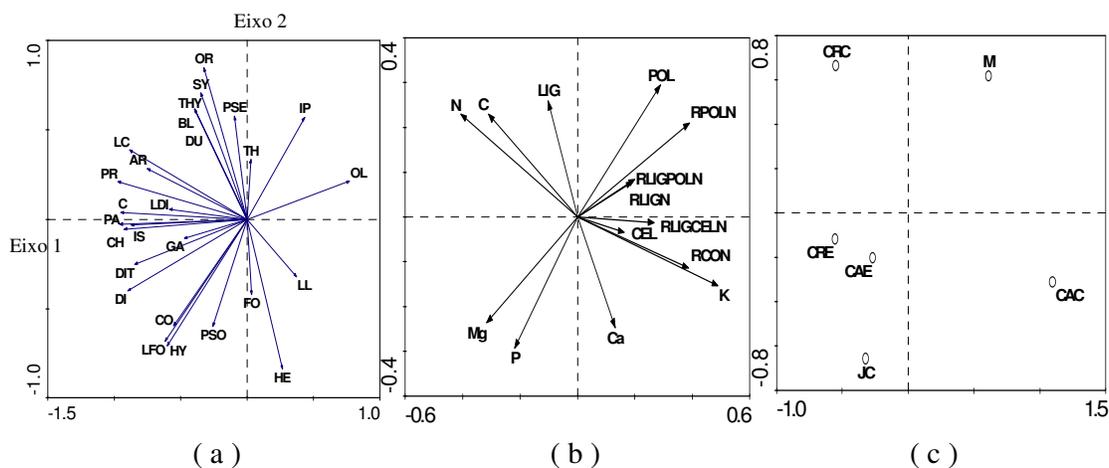


Figura 21: Diagrama de ordenação dos grupos da fauna (a), da composição química da serapilheira (b) e das áreas (c) na serapilheira em fevereiro de 2004 em uma análise de componentes principais.

(a) FO - Formicidae; C - Coleoptera; CO - Collembola; DI - Diplopoda; LC - L. de Coleoptera; SY - Symphyla; PSE - Pseudoscorpionida; BL - Blattodea; AR - Araneae; OL - Oligochaeta; CH - Chilopoda; LDI - L. de Diptera; DIT - Diptera; TH - Thysanoptera; HE - Hemiptera; DU - Diplura; IS - Isopoda; PA - Pauropoda; PR - Protura; PSO - Psocoptera; HY - Hymenoptera; LFO - L. de Formicidae; THY - Thysanura; HE - Hemiptera; IP - Isoptera; GA - Gastropoda; LL - L. de Lepidoptera. (b) P - fósforo; K - potássio; N - nitrogênio; C - carbono; Mg - magnésio; Ca - cálcio; LIG - lignina; CEL - celulose; POL - polifenóis; RLIGN - relação lignina /N; RLIGNPOLN - relação (lignina + celulose) /N; RCELL - relação celulose /N; RCELLPOLN - relação (celulose + lignina) /N; RCON - relação C/N. (c) M - mata; CRE - cacau renovado com eritrina; CRC - cacau renovado cabruca; CAC - cacau antigo cabruca; CAE - cacau antigo com eritrina; JC - jardim clonal.

Para a terceira coleta, o primeiro eixo da ACP explicou 45,2% da variabilidade, enquanto o segundo eixo explicou 24,9%. Os grupos correlacionados ao primeiro eixo foram isópodes, oligoquetos, aranhas, larva de formigas, quilópodes, pseudo-escorpiões, proturos e colêmbolos (Figura 22). O teor de lignina, relação lignina /N, (lignina + polifenóis) /N e (lignina + celulose) /N também se correlacionaram ao primeiro eixo, indicando que estas variáveis influenciaram positivamente no comportamento destes grupos. Isto ocorre porque o resíduo com alto teor de lignina leva mais tempo para decompor, formando uma camada mais espessa o que resulta em aumento de umidade e redução de temperatura. Este resultado corrobora com os resultados encontrados por Badejo et al. (1998) que registraram maior população de colêmbolos em serapilheira de baixa qualidade (alta relação C/N e alto teor de lignina) em relação a resíduos de alta qualidade provenientes de leguminosas, sugerindo que o primeiro material forneceu condições micro-ambientais, alimentação e abrigo mais favoráveis à habitação dos colêmbolos que a serapilheira de alta qualidade. Aerts (1997) registrou que a relação lignina/N exerce uma forte influência sobre a taxa de decomposição da serapilheira, porque o N reage com a lignina e forma produtos recalcitrantes que são altamente resistentes à degradação. A lignina, uma parede celular complexa que é decomposta lentamente, pode ser associada também, com outros polímeros, tais como celulose e hemicelulose.

Os grupos hemípteros, larva de coleóptera, psocópteros e larva de dípteros se mostraram mais correlacionados ao segundo eixo e, conseqüentemente pelo teor de carbono e nitrogênio.

As áreas Mata e Cacau antigo cabruca ficaram no mesmo quadrante. Outro agrupamento foi observado entre as áreas Jardim clonal e Cacau antigo com eritrina, enquanto as áreas CRC e CRE posicionaram-se em quadrantes separados entre si e entre as outras áreas (Figura 22).

Diferentemente do solo, os indivíduos da serapilheira se correlacionaram com os teores de nutrientes. A lignina foi um componente que influenciou na colonização da fauna edáfica, mas não como um fator de qualidade da serapilheira (qualidade química) e sim como um fator de qualidade física, uma vez que a lignina é um componente da serapilheira que apresenta lenta decomposição, contribuindo com a formação de gradiente de umidade e

temperatura adequadas para a fauna do solo. A lignina atuou como um agente protetor do habitat da fauna.

Os solos de textura argilosa também constituíram um fator importante para a manutenção de condições favoráveis para a habitação e sobrevivência da fauna, uma vez que muitos dos invertebrados do solo necessitam de umidade para não sofrer dessecação.

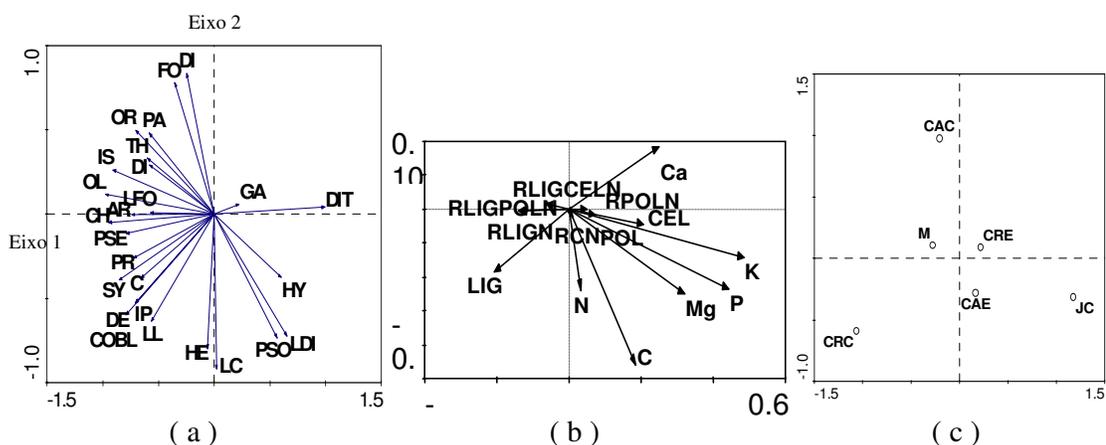


Figura 22: Diagrama de ordenação dos grupos da fauna (a), da composição química da serapilheira (b) e das áreas (c) na serapilheira em agosto de 2004 em uma análise de componentes principais.

(a) FO - Formicidae; C - Coleoptera; CO - Collembola; DI - Diplopoda; LC - L. de Coleoptera; SY - Symphyla; PSE - Pseudoscorpionida; BL - Blattodea; AR - Araneae; OL - Oligochaeta; CH - Chilopoda; LDI - L. de Diptera; DIT - Diptera; TH - Thysanoptera; HE - Hemiptera; DU - Diplura; IS - Isopoda; PA - Paupoda; PR - Protura; PSO - Psocoptera; HY - Hymenoptera; LFO - L. de Formicidae; IP - Isoptera; GA - Gastropoda; DE - Dermaptera; OR - Orthoptera. (b) P - fósforo; K - potássio; N - nitrogênio; C - carbono; Mg - magnésio; Ca - cálcio; LIG - lignina; CEL - celulose; POL - polifenóis; RLIGN - relação lignina /N; RLIGCELN - relação (lignina + celulose) /N; RLIGPOLN - relação (lignina + celulose) /N; RPOLN - relação polifenóis /N; RCN - relação C/N. (c) M - mata; CRE - cacau renovado com eritrina; CRC - cacau renovado cabruca; CAC - cacau antigo cabruca; CAE - cacau antigo com eritrina; JC - jardim clonal.

5. CONCLUSÕES

- A fauna do solo demonstrou-se sensível à variação sazonal, às diferentes coberturas vegetais, às características do solo e à qualidade da serapilheira.
- Houve preferência dos grupos da fauna pelo compartimento da serapilheira em todas as épocas, porém no verão, a distribuição dos indivíduos e dos grupos foi homogênea entre o solo e a serapilheira.
- Os sistemas agroflorestais de cacau demonstraram ser um sistema conservacionista de uso do solo, uma vez que possuem número de indivíduos e de grupos da fauna edáfica superior aos encontrados na mata.
- O sistema de manejo mais favorável à manutenção biológica foi o Cacau renovado cabruca, sendo observado nele maior densidade e diversidade da fauna do solo e da serapilheira.
- Nos agrossistemas de cacau os grupos predominantes foram Formicidae e Collembola, no solo e na serapilheira.
- Os teores de carbono, nitrogênio e lignina foram os atributos que mais influenciaram na colonização da fauna nos compartimentos solo e serapilheira.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aerts, R. (1997) Climate, leaf litter chemistry and leaf litter decomposition in terrestrial ecosystems: a triangular relationship. *Oikos* 79, 439-449.
- Alvarenga, M. I. N. & Davide, A.C. (1999) Características físicas e químicas de um Latossolo vermelho-escuro e a sustentabilidade de agrossistemas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23: 933-942.
- Alvim, R. (1989) O cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) em sistemas agrossilviculturais. *Agrotrópica*, v. 1, n.2, p. 89-103.
- Anderson, J. D., Ingram, J. S. I. (1996) Tropical soil biology and fertility. In: *A handbook of methods*. 2. ed. Wallingford, UK CAB International, 171p.
- Assad, M.L.L. (1997) Fauna do solo. In: Vargas, M.A.T.; Hungria, M., (eds.) *Biologia dos solos dos cerrados*. Planaltina, EMBRAPA-CPAC. p.363-443.
- Badejo, M.A., Nathaniel, T.I., Tian, G. (1998) Abundance of springtails (Collembola) under four agroforestry tree species with contrasting litter quality. *Biology and Fertility Soils*, 27: 15-20.
- Bataglia, O.C.; Furlani, A.M.C.; Teixeira, J.P.F.; Furlani, P.R.; Gallo, J.R. (1983) *Métodos de análise química de plantas*. Campinas: Instituto Agronômico. 48p. (Boletim técnico, 78)

- Begon, M.; Harper, J.L.; Townsend, C.R. (1996) *Ecology: individuals, populations and communities*. Oxford: Blackwell.
- Braga, J. M.; Defelipo, B. V. (1974) Determinação espectrofotométrica de fósforo em extrato de solo e material vegetal. *R. Ceres*, Viçosa, 21: 73-85.
- Carvalho, D., L. (2005) Mata Atlântica e o cacau. <http://www2.uol.com.br/aregiao/art/mataatl.htm> em 31/05/2005, página mantida pelo jornal "A Região".
- Christensen, M. (1989) *A view of fungal ecology*. *Mycologia*, v.81, p.1-19.
- Colinvaux, P. (1986) *Ecology*. New York, John Wiley and Sons Inc. 725p.
- Connell, J.H. (1978) Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 199:1302-1310.
- Corrêa Neto, T. A. C., Pereira, M. G., Correia, M.E.F., Anjos, L. H. C. (2001) Deposição de serrapilheira e mesofauna edáfica em áreas de eucalipto e floresta secundária. *Floresta e ambiente*, 8:70 - 75.
- Correia, M. E. F. (2002) *Potencial de Utilização dos Atributos das Comunidades de Fauna de Solo e de Grupos Chave de Invertebrados como Bioindicadores do Manejo de Ecossistemas*. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. 23 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 157).
- Correia, M.E.F.; Andrade, A.G. (1999) Formação de serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: Santos, G. A., Camargo, F. A. O., (eds.) *Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre: Genesis. p. 197-225.
- Correia, M.E.F.; Oliveira, L.C.M. de. (2000) *Fauna de Solo: Aspectos Gerais e Metodológicos*. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. 46p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 112).
- Costa, P. (2002) Fauna do Solo em Plantios Experimentais de *Eucalyptus grandis* Maiden, *Pseudosamanea guachapele* Dugand e *Acacia mangium* Willd. Dissertação de Mestrado, UFRRJ, Seropédica, Instituto de Agronomia, Dpto de Solos. 93p.
- Curry, J. P.; Good, J.A. (1996) Soil fauna degradation and restoration. *Advances in Soil Science*, New York, v.17, p.113-120.
- Decaëns, T.; Dutoit, T.; Alard, D.; Lavelle, P. (1998) Factors influencing soil macrofaunal communities in post-pastoral successions of western France. *Applied Soil Ecology*, 9: 361-367.
- Defelipo, B. V. & Ribeiro, A. C. (1981) *Análise química do solo*. Viçosa, UFV. 17p. (Boletim de Extensão, 29).

- Delabie, J.H.C. & Fowler, H.G. (1995) Soil and litter cryptic ant assemblages of Bahian cocoa plantations. *Pedobiologia*, 39:423-33.
- Doran, J. W. (2002) Soil health and global sustainability: translating science into practice. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Amsterdam, v. 88, p. 119-127.
- Doran, J. W.; Sarrantonio, M.; Liebig, M. A. (1996) Soil health and sustainability. *Advances in Agronomy*, v. 56. p. 2-54.
- Doran, J. W.; Zeiss, M. R. (2000) Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology*, Amsterdam, v. 15, p. 3-11.
- Embrapa. (1997) Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *Manual de Métodos de Análise de Solos*. 2. ed. Rev. Atual. Rio de Janeiro, SNLCS.
- Fontes, A.G. (2006) *Ciclagem de nutrientes em sistemas agroflorestais de cacau no Sul da Bahia*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes / RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense.
- Frouz, J. (1999) Use of soil dwelling Diptera (Insecta, Diptera) as bioindicators: a review of ecological requirements and response to disturbance. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Amsterdam, v. 74, p. 167-186.
- Gallo, D. (Ed.) (2002) *Entomologia agrícola*. Piracicaba: FEALQ. 920p.
- Gama-Rodrigues, A.C; Miranda, R.C.C. (1991) Efeito da chuva na liberação de nutrientes do folheto num agrossistema de cacau no sul da Bahia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 26:1345-1350.
- Gama-Rodrigues, A.C.; Barros, N.F.; Mendonça, E.S. (1999) Alterações edáficas sob plantios puros e mistos de espécies florestais nativas do sudeste da Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23: 581-592.
- Gama-Rodrigues, E.F. (1999) Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: Santos, A. S.; Camargo, F. A. O. (Eds). *Fundamentos da matéria orgânica dos solos: Ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre: GENESIS. p.227-243.
- Giller, K. L.; Beare, M. H.; Lavelle, P.; Izac, A. M. N.; Swift, M. J. (1997) Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. *Applied Soil Ecology*, v.6. p. 3-16.
- Gomez, A. A.; Kelly, D. E. S.; Syers, J. K.; Coughland, K. J. (1996) Measuring sustainability of agriculture systems at the farm level. In: *Doran, J.W. & Jonnes, A.J. eds. Methods for assessing soil quality*. Madison:SSSA, 1996. P.401-409. (SSSA Special Publication, 49).

- Gramacho, I. C. P.; Magno, A. E. S.; Mandarino, E. P.; Matos, A. (1992) *Cultivo e beneficiamento do cacau na Bahia*. Ilhéus: CEPLAC. 124p.
- Guerra, R.T., Bueno, C.R., Schubart, H.O. (1992) Avaliação preliminar sobre os efeitos da aplicação do herbicida Paraquat e aração convencional na mesofauna do solo na região de Manaus – AM, *Acta Amazonica*, v.12, n.1, p713.
- Kennedy, A.C.; Smith, K.L. (1995) Soil microbial diversity and the sustainability of agricultural soils. *Plant and Soil*, v.170, p.75-86.
- Kheirallah, A. M. (1990) Fragmentation of leaf litter by a natural population of the millipede *Julus scandinavus* (Latzel 1884). *Biology and Fertility of Soils*, v. 10. p. 202-206.
- Knoepp, J. D.; Coleman, D. C.; Crossley JR., D. A.; Clark, J. S. (2000) Biological indices of soil quality: an ecosystem case study of their use. *Forest Ecology and Management*, 138. p. 357-368.
- Lassus, C. (1990) Composição dos resíduos vegetais em um solo manejado com nove sistemas de culturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 14: 375-380.
- Lavelle, P. (1996) *Diversity of soil fauna and ecosystem function*. *Biology International*, 33: 3-16.
- Martius, C.; Höfer, H.; Garcia, M.V.B.; Römbke, J.; Förster, B.; Hanagarth, W. (2004) Microclimate in agroforestry systems in central amazônia: does canopy closure matter to soil organisms? *Agroforestry Systems* 60: 291-304.
- Mielniczuk, J. (1999) Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: Santos, A. S.; Camargo, F. A. O. (Eds). *Fundamentos da matéria orgânica dos solos: Ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre: Genesis. p.1-8.
- Moço, M. K. S.; Gama-Rodrigues, E. F.; Gama-Rodrigues, A. C. & Correia, M. E. F. (2005) Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, 29: 555-564.
- Nusslein, K.; Tiedje, J.M. (1999) Soil bacterial community shift correlated with change from forest to pasture vegetation in a tropical soil. *Applied and Environmental Microbiology*, v.65, n.8, p.3622-3626.
- Odum, E.P. (1988) *Ecologia*. Rio de Janeiro, Editora Guanabara. 434p.
- Pierzynsky, G.M.; Sims, J.T.; Vance, G.F. (1994) *Soils and environmental quality*. Florida: CRC Press. 313p.
- Pinho, A. F. S.; Müller, M. W.; Santana, M.B.M. (Eds.) (1992) *Sistema de produção de cacau no Recôncavo da Bahia*. Ilhéus: CEPLAC/CEPEC. 73p.

- Ribaski, J.; Montoya, L., J.; Rodigheri, H. R. (2001) Sistemas agroflorestais: aspectos ambientais e socioeconômicos. *Informe agropecuário*, v.22, n.212. p. 61-67.
- Righi, G. (1990) *Minhocas do Mato Grosso e de Rondônia*. Brasília: CNPq/AED. 158p.
- Rusek, J. (1998) Biodiversity of Collembola and their functional role in the ecosystem. *Biodiversity and Conservation*, 7: 1207-1219.
- Santana, M.B.M.; Cabala-Rosand, P.; Seródio, M.H. (1990) Reciclagem de nutrientes em agroecossistemas de cacau. *Agrotrópica*, v.2, n. 2, p. 68-74.
- Siqueira, J.O.; Moreira, F.M.S.; Lopes, A.S. (1999) Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição mineral de plantas: base para um novo paradigma na agrotecnologia do século XXI. In: Siqueira, J.O.; Moreira, F.M.S.; Lopes, A.S.; Guilherme, L.R.G.; Faquin, V.; Furtini Neto, A.E.; Carvalho, J.G. (Eds.) *Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas*. Lavras: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo / Universidade Federal de Lavras.
- Swift, M.J.; Anderson, J.M. (1989) Decomposition. In: Lieth, H, Werger, M (eds), *Tropical Rain Forest Ecosystems*. Elsevier, Amsterdam, p.547-569.
- Swift, M.J.; Heal, O.W.; Anderson, J.M. (eds.) (1979) The decomposer organisms. In: *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*. Berkeley, University of California Press. p. 66-117.
- Theodoro, V.C.A., Alvarenga, M.I.N., Guimarães, R.J., Souza, C.A.S. (2003) Alterações químicas em solo submetido a diferentes formas de manejo do cafeeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27: 1039-1047.
- Tian G., Brussard L., Kang B. T. (1993) Biological effects of plant residues with contrasting chemical compositions under humid tropical conditions: effects on soil fauna. *Soil Biology & Biochemistry* 25, 731– 737.
- Tozani, R. (1993) *Cultura do cacau*. Rio de Janeiro: UFRRJ. 41p.
- Turco, R. F.; Blume, E. (1999) Indicators of soil quality. In: Siqueira, J. O; Moreira, F. M. S.; Lopes, A. S.; Guilherme, L. G. R.; Faquin, V.; Furtini Neto, A. E.; Carvalho, J. G. (Org.). *Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas*. Viçosa: SBCS; Lavras: UFLA/DCS. p. 529-549.
- Van Raij, B. (1991) Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ceres, Potafos.
- Van Soest, P. & Wine, R. H. (1968) Development of a comprehensive system of feed analysis and its applications to forages. *J. Assoc. Official Agr. Chem.*, Madison, 51: 780-785.
- van Straalen, N. M. (1997) Community structure of soil arthropods as a bioindicator of soil health. In: Pankhurst, C. E.; Doube, B. M.; Gupta, V. V. S.

- R. (Eds.) *Biological indicators of soil health*. Wallingford: CAB international. P. 235-262.
- Vohland, K.; Schroth, G. (1999) Distribution patterns of the litter macrofauna in agroforestry and monoculture plantations in central Amazonia as affected by plant species and management. *Applied Soil Ecology*, 13, p. 57-68.
- Walker, D. (1989) Diversity and stability. In: Cherrett, J. M., ed. *Ecological concepts*. 1 ed. Oxford, Blackwell Scientific Public. p. 115-146.
- Wall, D.H. & Moore, J.C. (1999) Interactions underground. *Bioscience*, 49:109-117.
- Wardle, D.A.; Lavelle, P. (1997) Linkages between soil biota, plant litter quality and decomposition. In: Cadisch, G.; Giller, K.E. (eds.) *Driven by nature: Plant litter quality and decomposition*. 1 ed. Cambridge: CAB International. p. 107-124.

APÊNDICE

Quadro 1A: Análise de variância do número de indivíduos m^{-2} (densidade) e de grupos encontrados (riqueza) no solo sob diferentes coberturas através do somatório das três coletas

F.V. ⁽¹⁾	G.L. ⁽²⁾	S.Q. ⁽³⁾	Q.M. ⁽⁴⁾	F	Significância
Densidade					
Área	5	1522719.0	304543.8	0.962	*****
Resíduo	66	0.2088877E+08	316496.5		
Coeficiente de Variação = 87.812					
Riqueza					
Área	5	163.8333	32.76667	3.640	0.00572
Resíduo	66	594.1666	9.002524		
Coeficiente de Variação = 40.006					

⁽¹⁾ Fonte de variação; ⁽²⁾ Graus de liberdade; ⁽³⁾ Soma de quadrados; ⁽⁴⁾ Quadrado Médio.

Quadro 2A: Análise de variância do número de indivíduos m^{-2} (densidade) e de grupos encontrados (riqueza) na serapilheira sob diferentes coberturas através do somatório das três coleta

F.V. ⁽¹⁾	G.L. ⁽²⁾	S.Q. ⁽³⁾	Q.M. ⁽⁴⁾	F	Significância
Densidade					
Área	5	1336276E+08	2672553.0	0.811	*****
Resíduo	66	0.2175448E+09	3296133.0		
Coeficiente de Variação = 86.711					
Riqueza					
Área	5	135.8333	27.16667	2.062	0.08135
Resíduo	66	869.6666	13.17677		
Coeficiente de Variação = 30.893					

⁽¹⁾ Fonte de variação; ⁽²⁾ Graus de liberdade; ⁽³⁾ Soma de quadrados; ⁽⁴⁾ Quadrado Médio.

Quadro 3A: Análise de variância da densidade e riqueza por área e compartimento (solo e serapilheira)

MATA					
F.V. ⁽¹⁾	G.L. ⁽²⁾	S.Q. ⁽³⁾	Q.M. ⁽⁴⁾	F	Significância
Densidade - solo					
Época	2	376362.6	188181.3	.382	*****
Resíduo	9	4438209.	493134.3		
Coeficiente de Variação = 98.444					
Densidade - serapilheira					
Época	2	0.1272205E+08	6361024.0	4.234	0.09612
Resíduo	9	0.1352006E+08	1502229.0		
Coeficiente de Variação = 88.304					
Riqueza - solo					
Época	2	35.16668	17.58334	4.234	0.09612
Resíduo	9	51.50000	5.722222	3.073	0.09612
Coeficiente de Variação = 88.304					
Riqueza - serapilheira					
Época	2	81.50000	40.75000	5.277	0.03045
Resíduo	9	69.50000	7.722222		
Coeficiente de Variação = 24.164					
CACAU RENOVADO COM ERITRINA					
F.V. ⁽¹⁾	G.L. ⁽²⁾	S.Q. ⁽³⁾	Q.M. ⁽⁴⁾	F	Significância
Densidade - solo					
Época	2	587264.0	293632.0	2.446	0.14178
Resíduo	9	1080320.0	120035.6		
Coeficiente de Variação = 58.524					
Densidade - serapilheira					
Época	2	6293805.0	3146903.	8.018	0.01001
Resíduo	9	0.1766925E+08	1963250.		
Coeficiente de Variação = 57.175					
Riqueza - solo					
Época	2	76.16664	38.08332	4.234	0.09612
Resíduo	9	42.75003	4.750003		
Coeficiente de Variação = 25.894					
Riqueza - serapilheira					
Época	2	18.16667	9.083334	0.566	*****
Resíduo	9	144.5000	16.05556		
Coeficiente de Variação = 31.634					

⁽¹⁾ Fonte de variação; ⁽²⁾ Graus de liberdade; ⁽³⁾ Soma de quadrados; ⁽⁴⁾ Quadrado Médio.

Continuação Quadro 3A

CACAU RENOVADO CABRUCO					
F.V. ⁽¹⁾	G.L. ⁽²⁾	S.Q. ⁽³⁾	Q.M. ⁽⁴⁾	F	Significância
Densidade - solo					
Época	2	2122368.0	1061184.0	3.199	0.08925
Resíduo	9	2985856.0	331761.8		
Coeficiente de Variação = 62.068					
Densidade - serapilheira					
Época	2	5734699.0	2867349.0	1.184	0.34945
Resíduo	9	0.2178861E+08	2420957.0		
Coeficiente de Variação = 57.008					
Riqueza - solo					
Época	2	41.16667	20.58334	2.512	0.13590
Resíduo	9	73.75000	8.194445		
Coeficiente de Variação = 31.515					
Riqueza - serapilheira					
Época	2	120.1667	60.08335	4.894	0.03645
Resíduo	9	110.5000	12.27777		
Coeficiente de Variação = 24.446					
CACAU ANTIGO CABRUCO					
F.V. ⁽¹⁾	G.L. ⁽²⁾	S.Q. ⁽³⁾	Q.M. ⁽⁴⁾	F	Significância
Densidade - solo					
Época	2	612394.8	306197.4	2.167	0.17057
Resíduo	9	1271936.0	141326.2		
Coeficiente de Variação = 70.488					
Densidade - serapilheira					
Época	2	0.1804472E+08	9022361.	1.637	0.24751
Resíduo	9	0.4959686E+08	5510763.		
Coeficiente de Variação = 107.421					
Riqueza - solo					
Época	2	6.500000	3.250000	0.579	*****
Resíduo	9	50.50000	5.611111		
Coeficiente de Variação = 31.584					
Riqueza - serapilheira					
Época	2	18.16667	9.083333	0.753	*****
Resíduo	9	108.5000	12.05556		
Coeficiente de Variação = 33.601					

⁽¹⁾ Fonte de variação; ⁽²⁾ Graus de liberdade; ⁽³⁾ Soma de quadrados; ⁽⁴⁾ Quadrado Médio.

Continuação Quadro 3A

CACAU ANTIGO COM ERITRINA					
F.V. ⁽¹⁾	G.L. ⁽²⁾	S.Q. ⁽³⁾	Q.M. ⁽⁴⁾	F	Significância
Densidade - solo					
Época	2	2262571.	1131285.	3.096	.09482
Resíduo	9	3288769.	365418.8		
Coeficiente de Variação = 103.274					
Densidade - serapilheira					
Época	2	1050923.	525461.4	.416	*****
Resíduo	9	.1135987E+08	9.555555		
Coeficiente de Variação = 60.445					
Riqueza - solo					
Época	2	86.00000	43.00000	4.500	.04419
Resíduo	9	86.00000	5.611111		
Coeficiente de Variação = 31.584					
Riqueza - serapilheira					
Época	2	31.50000	453568.0	1.500	.27402
Resíduo	9	94.50000	106176.0		
Coeficiente de Variação = 29.458					
JARDIM CLONAL					
F.V. ⁽¹⁾	G.L. ⁽²⁾	S.Q. ⁽³⁾	Q.M. ⁽⁴⁾	F	Significância
Densidade - solo					
Época	2	907136.0	453568.0	4.272	0.04961
Resíduo	9	955584.0	106176.0		
Coeficiente de Variação = 66.229					
Densidade - serapilheira					
Época	2	7623467.0	3811734.0	0.658	*****
Resíduo	9	0.5214048E+08	5793386.0		
Coeficiente de Variação = 123.391					
Riqueza - solo					
Época	2	4.166666	2.083333	0.463	*****
Resíduo	9	40.50000	4.500000		
Coeficiente de Variação = 31.584					
Riqueza - serapilheira					
Época	2	32.16667	16.08334	3.574	0.07204
Resíduo	9	40.50000	4.500000		
Coeficiente de Variação = 19.887					

⁽¹⁾ Fonte de variação; ⁽²⁾ Graus de liberdade; ⁽³⁾ Soma de quadrados; ⁽⁴⁾ Quadrado Médio.

Quadro 4A: Grupos do solo que apresentaram densidades diferentes entre as épocas estudadas

F.V. ⁽¹⁾	G.L. ⁽²⁾	S.Q. ⁽³⁾	Q.M. ⁽⁴⁾	F	Significância
Collembola					
Época	2	528532.9	264266.5	8.115	0.00068
Resíduo	69	2246891.0	32563.64		
Coeficiente de Variação = 113.732					
Symphyla					
Época	2	11925.34	5962.668	6.525	0.00254
Resíduo	69	63050.73	913.7787		
Coeficiente de Variação = 181.373					
Araneae					
Época	2	1429.335	714.6674	4.386	0.01610
Resíduo	69	11242.67	162.9372		
Coeficiente de Variação = 136.765					
Protura					
Época	2	19313.79	9656.895	3.874	0.02543
Resíduo	69	171989.3	2492.599		
Coeficiente de Variação = 387.356					
Psocoptera					
Época	2	8725.333	4362.667	7.405	0.00122
Resíduo	69	40650.67	589.1401		
Coeficiente de Variação = 242.722					

⁽¹⁾ Fonte de variação; ⁽²⁾ Graus de liberdade; ⁽³⁾ Soma de quadrados; ⁽⁴⁾ Quadrado Médio.

Quadro 5A: Grupos da serapilheira que apresentaram densidades diferentes entre as épocas estudadas

F.V. ⁽¹⁾	G.L. ⁽²⁾	S.Q. ⁽³⁾	Q.M. ⁽⁴⁾	F	Significância
Pauropoda					
Época	2	121692.4	60846.19	4.750	0.01168
Resíduo	69	883872.6	12809.75		
Coeficiente de Variação = 216.728					
Protura					
Época	2	4060.447	2030.224	4.205	0.01891
Resíduo	69	33312.00	482.7826		
Coeficiente de Variação = 186.557					
Isopoda					
Época	2	141376.1	70688.05	7.845	0.00085
Resíduo	69	621727.8	9010.547		
Coeficiente de Variação = 219.055					
Coleoptera					
Época	2	75911.23	37955.61	4.356	0.01653
Resíduo	69	601205.3	8713.120		
Coeficiente de Variação = 116.357					
Psocoptera					
Época	2	18965.36	9482.679	16.393	0.00000
Resíduo	69	39914.64	578.4730		
Coeficiente de Variação = 112.741					

⁽¹⁾ Fonte de variação; ⁽²⁾ Graus de liberdade; ⁽³⁾ Soma de quadrados; ⁽⁴⁾ Quadrado Médio.