

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO-SENSU EM
AGRICULTURA E SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA**

**ESTUDOS DA MACROFAUNA DO SOLO EM
AGROECOSSISTEMAS NA AMAZÔNIA CENTRAL**

ANDRÉA REGINA LEITE DO NASCIMENTO

MANAUS
2006

Ficha Catalográfica
(Catalogação na fonte realizada pela Biblioteca Central / UFAM)

Nascimento, Andréa Regina Leite do

Seção 1. Estudos da macrofauna do solo em agrossistemas na Amazônia
244e Central / Andréa Regina Leite do Nascimento. - Manaus: UFAM,
2006.

70 f.; il. color.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas /
Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Sustentabilidade na
Amazônia, 2006.

Orientadora: Dr^a Maria do Rosário Lobato Rodrigues.

1. Sistemas agroflorestais 2. Leguminosas 3. Fauna do solo 4.
Matéria orgânica I.Título

Artigo II. CDU 634.0.15(811)(043.3)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO-SENSU EM
AGRICULTURA E SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA**

ANDRÉA REGINA LEITE DO NASCIMENTO

ESTUDOS DA MACROFAUNA DO SOLO EM AGROECOSSISTEMAS NA
AMAZÔNIA CENTRAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Sustentabilidade na Amazônia, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Agricultura e Sustentabilidade na Amazônia, área de concentração Agroecologia.

Orientadora Dra. Maria do Rosário Lobato Rodrigues

MANAUS
2006

ANDRÉA REGINA LEITE DO NASCIMENTO

ESTUDOS DA MACROFAUNA DO SOLO EM
AGROECOSSISTEMAS NA AMAZÔNIA CENTRAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Sustentabilidade na Amazônia, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Agricultura e Sustentabilidade na Amazônia, área de concentração Agroecologia.

Aprovado em 20 de Março de 2006.

BANCA EXAMINADORA

Dr^a. Maria do Rosário Lobato Rodrigues
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/EMBRAPA

Dr. Néilton Marques da Silva
Universidade Federal do Amazonas

Dr. Marcos Garcia
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/EMBRAPA

*Aos meus pais, minha irmã e
amigos pelo incentivo para
realização deste trabalho.*

AGRADECIMENTOS

Ao meu querido Deus que me surpreende a cada dia, me proporcionando uma família maravilhosa e amigos tão amáveis e presentes em todos os momentos.

Aos meus queridos pais (José e Telma) pelo amor, amizade e confiança e a minha querida irmã (Adriana).

À Dra. Maria do Rosário Lobato Rodrigues que me acolheu e que confiou no meu trabalho, pelas orientações essenciais e determinantes à consecução desta dissertação.

À Dra. Eleusa Barros que me incentivou, me ensinou, contribuindo para a minha formação profissional.

À FAPEAM - Fundação de Amparo a Pesquisa do Amazonas pela concessão da bolsa de mestrado.

À Embrapa Amazônia Ocidental que permitiu a realização deste trabalho no âmbito do Projeto SHIFT ENV52-2/CNPq “Manejo de resíduos vegetais e seus efeitos sobre a decomposição e macrofauna de solo em agroecossistemas na Amazônia Central”.

Ao Professor Dr. Neliton Marques que disponibilizou a utilização do Laboratório de Entomologia da Universidade Federal do Amazonas onde obtive a estrutura necessária para a identificação da fauna do solo.

Aos queridos amigos Patrícia, Maria e Taveira que me auxiliaram na coleta e triagem manual da fauna do solo.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão do mestrado.

AGRADEÇO

RESUMO

Sistemas agrícolas sustentáveis exigem que as condições físicas e químicas do solo sejam mantidas em níveis apropriados para as culturas, bem como sejam criadas condições favoráveis às atividades biológicas. O objetivo principal desta pesquisa foi realizar estudos sobre a macrofauna de solo, avaliando os efeitos de formas de uso da terra na atividade da macrofauna do solo. O estudo foi desenvolvido na estação experimental da Embrapa Amazônia Ocidental em um Latossolo Amarelo álico muito argiloso com diferentes coberturas vegetais que constituíram sete tratamentos: Tephrosia sem adição de material proveniente da poda (Tephrosia SM) e com material proveniente da poda (Tephrosia CM), Flemingia com e sem adição de material vegetal proveniente de poda (CM e SM), Puerária, Gramínea e Floresta. O delineamento estabelecido foi inteiramente ao acaso. A coleta da macrofauna foi realizada seguindo o método Tropical Soil Biology and Fertility. Um total de 15 grupos taxonômicos de macroinvertebrados foi identificado na serapilheira e no solo. Os grupos Isoptera, Hymenoptera (Formicidae), Oligochaeta e Isopoda foram os mais abundantes, apresentando maiores densidades e representaram em média 75% da macrofauna total em todos os tratamentos avaliados. A densidade total da macrofauna da serapilheira e do solo foi menor na Floresta (256 ind.m⁻²), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Em média, o tratamento Tephrosia SM apresentou a maior densidade total (3485 ind.m⁻²). A biomassa total da macrofauna da serapilheira e do solo apresentou diferenças significativas entre os tratamentos avaliados, sendo maior em Gramínea (65,44 g.m⁻²), influenciada principalmente pela biomassa de Oligochaeta. Entre os grupos funcionais, os Engenheiros do ecossistema e os Decompositores destacaram-se como os grupos mais representativos nos sistemas de uso da terra avaliados. Os engenheiros do ecossistema foi o grupo que apresentou as maiores densidades em todos os tratamentos avaliados. Em média representaram mais de 60% da densidade total em todos os tratamentos, sendo as maiores densidades encontradas em Tephrosia SM (3166 ind.m⁻²). As densidades do grupo de Decompositores foram significativamente diferentes entre os tratamentos, sendo maiores na Puerária (1051 ind.m⁻²), representando cerca de 30% da densidade total nesse tratamento. Entre os tratamentos, a maior biomassa de Decompositores (60,44 g.m⁻²) e de engenheiros do ecossistema (57,0 g.m⁻²) foi observada para a Gramínea, representando em torno de 50% da biomassa total. A distribuição vertical da macrofauna variou nos tratamentos avaliados, concentrando-se principalmente na serapilheira e na camada de 0-10 cm do solo. Na Floresta 50% da macrofauna do solo foi encontrada na serapilheira e 38% na camada de 0-10 cm. Na gramínea, na camada de 0-10 cm foram encontrados 80% da fauna. Na Flemingia SM e CM na camada de 0-10 cm do solo foi encontrada 69% e 36% da fauna, respectivamente. A distribuição vertical na Tephrosia SM e Tephrosia CM apresentaram um padrão muito similar, com mais de 50% da fauna do solo na camada de 0-10 cm do solo. A biomassa da macrofauna do solo foi influenciada pelo conteúdo de nutrientes no solo, sendo maior na Tephrosia CM e na Puerária, tratamentos que apresentaram teores mais elevados de nutrientes no solo. Os resultados indicam que a composição da fauna do solo é afetada pelo tipo de cobertura vegetal, podendo ser considerada uma eficiente indicadora da qualidade do mesmo.

Palavras-chave: leguminosas, fauna do solo, diversidade, matéria orgânica, nutrientes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Relações das interações entre os microorganismos e a macrofauna do solo. A medida que aumenta o tamanho do organismo suas relações com microflora vão desde o mutualismo externo ao interno. Adaptado de Lavelle (1996).	18
Figura 2:Localização da Embrapa/CPAA, na rodovia AM-0-10, Manaus/AM. Imagem de satélite.....	22
Figura 3:Vista superior do sistema de Plantio cupuaçu-coco em fase anterior a de implantação das leguminosas.....	24
Figura 4: Representação esquemática das coletas no campo e dos blocos de solo subdivididos em camadas.....	26
Figura 5: Demarcação da área (25x25 cm) para a coleta da macrofauna da serapilheira e posteriormente do bloco de solo.....	27
Figura 6: Abertura de trincheira para a coleta dos blocos de solo (25x25x30cm) subdivididos em camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm do solo.	27
Figura 7: Distribuição Vertical da Densidade da Macrofauna do solo nos tratamentos avaliados.	57
Figura 8: Correlações dos atributos do solo na camada de 0-10 cm. Fator 1 (horizontal) e Fator 2 (vertical).	60
Figura 9: Distribuição dos tratamentos avaliados de acordo com os fatores 1 (horizontal) e 2 (vertical).....	60
Figura 10: Correlações da densidade da macrofauna do solo, com Fator 1 (horizontal) e Fator 2 (vertical).....	61
Figura 11: Distribuição dos tratamentos avaliados de acordo com os fatores 1 (horizontal) e 2 (vertical).....	61
Figura 12: Correlações da biomassa da macrofauna do solo, com Fator 1 (horizontal) e Fator 2 (vertical).....	62
Figura 13: Distribuição dos tratamentos avaliados de acordo com os fatores 1 (horizontal) e 2 (vertical).....	62

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Totais mensais de precipitação pluviométrica (mm) de Janeiro a Dezembro de 2004 na cidade de Manaus.....	23
Gráfico 2: Densidade total (ind.m-2) da Macrofauna da serapilheira e do solo em <i>F. macrophylla</i> CM (Flemingia CM), <i>F. macrophylla</i> SM (Flemingia SM), <i>T. candida</i> CM (Tephrosia CM), <i>T. candida</i> SM (Tephrosia SM), <i>P. phaseoloides</i> , Gramínea e Floresta.	38
Gráfico 3: Densidade relativa (%) dos principais grupos da Macrofauna da serapilheira e do solo em <i>F. macrophylla</i> CM (Flemingia CM), <i>F. macrophylla</i> SM (Flemingia SM), <i>T. candida</i> CM (Tephrosia CM), <i>T. candida</i> SM (Tephrosia SM), <i>P. phaseoloides</i> , Gramínea e Floresta.....	40
Gráfico 4: Biomassa (g.m-2) total da Macrofauna da serapilheira e do solo em <i>F. macrophylla</i> CM (Flemingia CM), <i>F. macrophylla</i> SM (Flemingia SM), <i>T. candida</i> CM (Tephrosia CM), <i>T. candida</i> SM (Tephrosia SM), <i>P. phaseoloides</i> , Gramínea e Floresta.	44
Gráfico 5: Biomassa relativa (%) dos principais grupos da Macrofauna da serapilheira e do solo em <i>F. macrophylla</i> CM (Flemingia CM), <i>F. macrophylla</i> SM (Flemingia SM), <i>T. candida</i> CM (Tephrosia CM), <i>T. candida</i> SM (Tephrosia SM), <i>P. phaseoloides</i> , Gramínea e Floresta.....	45
Gráfico 6: Densidade relativa (%) dos Eng. do ecossistemas e outros grupos da Macrofauna da serapilheira e do solo em <i>F. macrophylla</i> CM (Flemingia CM), <i>F. macrophylla</i> SM (Flemingia SM), <i>T. candida</i> CM (Tephrosia CM), <i>T. candida</i> SM (Tephrosia SM), <i>P. phaseoloides</i> , Gramínea e Floresta.	52
Gráfico 7: Biomassa relativa (%) dos Eng. do solo e dos outros grupos da Macrofauna da serapilheira e do solo em <i>F. macrophylla</i> CM (Flemingia CM), <i>F. macrophylla</i> SM (Flemingia SM), <i>T. candida</i> CM (Tephrosia CM), <i>T. candida</i> SM (Tephrosia SM), <i>P. phaseoloides</i> , Gramínea e Floresta.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número de monólitos com 3 profundidades (0-10, 10-20, 20-30 cm) coletados com três repetições em função dos tratamentos avaliados.	25
Tabela 2: Organização dos grupos da macrofauna do solo em grupos funcionais.....	28
Tabela 3: pH, e acidez potencial nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade nos tratamentos avaliados. Os valores são médias de três repetições (n=3). As letras nas colunas mostram as diferenças significativas ao nível de 0,5% (p<0,05).	32
Tabela 4: Densidade (ind.m ⁻²) da macrofauna do solo nos tratamentos avaliados. Os valores são médias de três parcelas (n=3). Os erros-padrão da média estão representados entre parênteses. As letras nas linhas mostram as diferenças significativas ao nível de 0,5% (p<0,05).	43
Tabela 5: Biomassa (g.m ⁻²) da macrofauna do solo nos tratamentos avaliados. Os valores são médias de três blocos (n=3). Os erros-padrão da média estão representados entre parênteses. As letras nas linhas mostram as diferenças significativas ao nível de 0,5% (p<0,05).	48
Tabela 6: Densidade (ind.m ⁻²) dos grupos funcionais nos tratamentos avaliados. As letras nas colunas mostram as diferenças significativas ao nível de 0,5% (p<0,05). Os valores são as médias de três parcelas (n=3). Os erros-padrão da média estão representados entre parênteses.....	50
Tabela 7: Biomassa (g.m ⁻²) dos grupos funcionais nos tratamentos avaliados. As letras nas colunas mostram as diferenças significativas ao nível de 0,5% (p<0,05). Os valores são as médias de três parcelas (n=3). Os erros-padrão da média estão representados entre parênteses.....	53
Tabela 8: Correlações entre os fatores extraídos na Análise dos Componentes Principais (PCA) dos atributos do solo.	58
Tabela 9: Correlações entre os fatores extraídos na Análise dos Componentes Principais (PCA) da densidade da macrofauna do solo.	59
Tabela 10: Correlações entre os fatores extraídos na Análise dos Componentes Principais (PCA) da biomassa da macrofauna do solo.	59

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
1.1 Uso de leguminosas para a melhoria da qualidade dos solos amazônicos.....	13
1.2 Importância da fauna do solo.....	16
2. DESCRIÇÃO METODOLÓGICA.....	22
2.1 Localização e caracterização das áreas de estudo.....	22
2.2 Clima.....	23
2.3 Histórico da área.....	23
2.4 Tratamentos e delineamento experimental.....	25
2.5 Metodologia das coletas no campo.....	26
2.6 Determinação da densidade e biomassa dos grupos da fauna do solo.....	28
2.7 Coletas e análise químicas do solo.....	28
2.7.1 pH em água.....	29
2.7.2 Acidez potencial (Hidrogênio + Alumínio).....	29
2.7.3 Matéria orgânica.....	29
2.7.5 Análise de cálcio (Ca) e magnésio (Mg).....	30
2.7.6 Análise de fósforo (P) potássio (K) e sódio (Na).....	30
2.8 Análises dos dados.....	30
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
3.1 Análise do solo.....	31
3.1.1 pH e acidez potencial.....	31
3.1.2 Matéria orgânica e nutrientes do solo.....	32
3.2 Diversidade e densidade da macrofauna na serapilheira e no solo.....	37
3.3 Biomassa da macrofauna na serapilheira e no solo.....	44
3.4 Grupos funcionais.....	49
3.4.1 Densidade.....	49
3.4.2 Biomassa.....	52
3.5 Distribuição vertical da macrofauna da serapilheira e do solo.....	54
3.6 Análise de Componentes Principais (PCA).....	58
3.6.1 PCA dos nutrientes do solo.....	58
3.6.2 PCA da densidade da macrofauna do solo.....	58
3.6.3 PCA da biomassa da macrofauna do solo.....	59
4.0 CONCLUSÕES.....	63
5.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64

ESTUDOS DA MACROFAUNA DO SOLO EM AGROECOSSISTEMAS NA AMAZÔNIA CENTRAL

INTRODUÇÃO

A implantação de culturas agrícolas provoca alterações no solo em suas características físicas, químicas e na diversidade de espécies e complexidade da flora e da fauna do mesmo. Sistemas agrícolas sustentáveis exigem que as condições físicas e químicas do solo sejam mantidas em níveis apropriados para as culturas, bem como sejam criadas condições favoráveis às atividades biológicas.

A quantidade e a qualidade da serapilheira do solo formada nos diferentes sistemas agrícolas, bem como os processos de decomposição e liberação de nutrientes da mesma, são influenciadas por numerosos fatores, destacando-se dentre eles a origem e composição do material orgânico e a fauna do solo. (LUIZÃO e SCHUBART, 1987; TAPIA-CORAL et al., 1999). Supõe-se que os processos de decomposição e de formação de matéria orgânica do solo, propriedades físicas e químicas estão invariavelmente ligados à composição da fauna do solo presente (GOSZ et al., 1976).

Segundo Correia e Faria (1995) a comunidade de artrópodes edáficos pode ser usada como um indicador da influência de plantios arbóreos sobre o solo, devido à sensibilidade destes organismos às condições climáticas e a quantidade e qualidade do material vegetal depositado na superfície do solo.

Alguns grupos da macrofauna (diplópodos, e isópodos) desempenham um papel importante na decomposição da matéria orgânica e disponibilidade de nutrientes (MUCHMORE, 1990; DINDAL, 1990; LUIZÃO, 1995). Conforme a origem do material vegetal, este é decomposto em diferentes velocidades antes que se transforme em húmus. Os nutrientes estarão mais rapidamente disponíveis quanto mais rápida for a decomposição da

matéria orgânica, mas normalmente não há sincronia com a demanda nutricional das plantas e estes são lixiviados após fortes chuvas. A decomposição mais lenta e um incremento da matéria orgânica do solo propiciarão uma disponibilidade de nutrientes mais estável. Para o manejo em longo prazo dos solos amazônicos pouco férteis e lixiviados, a humificação mais estável da matéria orgânica é importante para aumentar a capacidade de troca catiônica (CTC).

A hipótese geral dos especialistas que organizaram o TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility Program) é que a produção vegetal pode ser melhorada em longo prazo através de uma manipulação das comunidades de macrofauna, seja isto através da introdução direta de espécies, da exclusão de espécies, ou de um controle cuidadoso dos componentes do habitat. Como o atual estado da ciência não permite uma manipulação direta da fauna, os esforços devem ser concentrados na manipulação indireta, através de componentes do habitat, como quantidade e qualidade da serapilheira, manejo do sub-bosque e medidas semelhantes (ANDERSON e INGRAN, 1993).

Considerando a grandeza e a diversidade amazônica, são ainda poucos os estudos existentes enfatizando a importância dos organismos do solo, especialmente da macrofauna, na decomposição da matéria orgânica, no ciclo de nutrientes e na qualidade geral do solo (BARROS et. al., 2002; HÖFER et al, 2001, KURZATKOWSKI, et al., 2004). Diante do exposto, o objetivo principal desta pesquisa foi estudar a atividade da macrofauna de solo, em plantios de três espécies de leguminosas (duas arbustivas e uma rasteira) introduzidas nas entrelinhas de um sistema cupuaçu-coco, bem como em áreas de pastagem e floresta nativa. Nestas diferentes formas de uso da terra foi avaliada a atividade da macrofauna do solo, e sua relação com o teor de matéria orgânica e de nutrientes do solo.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Uso de leguminosas para a melhoria da qualidade dos solos amazônicos

Segundo Reinert (1998) as leguminosas são plantas que apresentam como principais características: a alta produção de biomassa; são pouco exigentes em fertilidade do solo; apresentam sistema radicular pivotante, agressivo e de alta capacidade de penetração no solo e fácil produção de sementes. Estas características colocam essas plantas como uma das alternativas mais eficientes de recuperação dos solos degradados, recuperando a agregação pela quantidade e tipo de aporte da matéria orgânica e pela ação do sistema radicular e reduzindo a compactação, quando existente, pela ação mecânica do sistema radicular.

Osterroht, (2002) vai além, e detalha as vantagens no uso de leguminosas: diminuição do impacto direto da chuva e dos raios solares no solo, permitindo uma maior infiltração e menores temperaturas, que por sua vez, diminuem as perdas de água; enraizamento amplo e profundo, maior que o das culturas comerciais, promovendo o resgate dos nutrientes encontrados em camadas profundas do solo, reciclando aqueles com potencial de lixiviação, como o potássio e o nitrato; inibição da germinação e crescimento de plantas daninhas.

As leguminosas quando utilizadas como plantas de cobertura, desenvolvem um importante papel na conservação do solo, pois protegem a sua superfície contra a ação destrutiva das gotas de chuva, oferecem resistência à movimentação superficial da água, suas raízes ajudam a manter o solo no lugar e seus resíduos ajudam a melhorar a estrutura do solo, tornando-o mais poroso e assim capaz de absorver a água das chuvas (KWI et al., 1980).

A espécie *Tephrosia candida* é uma leguminosa tropical perene, propagada por semente, e requer para seu desenvolvimento precipitações anuais entre 700 a 2500 mm.. Apresenta elevado desenvolvimento vegetativo inicial, porém com baixa capacidade de rebrota após os cortes (BRASIL, 1991). Estudando diferentes alturas de corte para essa leguminosa, Rodrigues et al. (2003) observaram que plantas podadas a 20 cm acima do solo, a

mais comumente praticada para leguminosas arbustivas, apresentaram dificuldade de rebrota e, em alguns casos não sobreviveram. Os autores alertam ainda que esse é um problema que pode se agravar quando a época de poda coincidir com o período seco.

A espécie *Flemingia macrophylla* pertence à família Fabaceae (Papilionaceae), possuindo como sinônimos: *Flemingia congesta* Roxb. Ex Ait. F., *Flemingia latifolia* Benth e ainda *Moghania macrophylla* (Willd.) Kuntze. Nativa do sul da Ásia, distribui-se desde o sul desse mesmo continente até Indonésia. Foi introduzida nas regiões tropicais da África, Austrália e América Latina, onde já tem um processo de adaptação e naturalização nestes ambientes (CORPOICA, 1998).

Trabalhos desenvolvidos nas condições da Amazônia (CANTO, 1989; BRASIL et al., 1991) mostram que a leguminosa *Flemingia macrophylla* apresenta um lento desenvolvimento vegetativo inicial, porém possui inúmeras vantagens como: alta capacidade de rebrota em resposta aos cortes sucessivos; taxa de decomposição lenta das folhas, junto com um crescimento denso da planta; tolerância à seca moderada; habilidade para resistir a inundações ocasionais, e habilidade de propagação vegetativa. Todas essas características tornam a *F. macrophylla* uma planta útil para cobertura morta, controle de ervas daninhas, proteção do solo, bem como uma importante fonte de matéria orgânica e de nutrientes.

Canto (1989) testando leguminosas no Município de Manaus, semeadas nas entrelinhas da cultura do guaraná (*Mucuna conchinchinensis*, *Indigofera tinctoria*, *Flemingia congesta* e *Desmodium ovalifolium*), observou que a produção de massa seca variou de 2.700 a 5.800 kg ha⁻¹, acumulando até 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio, e quantidades substanciais de fósforo, cálcio, magnésio, manganês, zinco e cobre. Também houve melhoria na agregação das partículas do solo, pela incorporação de grandes quantidades de matéria orgânica das leguminosas e que estas mostraram um controle eficiente de invasoras.

A *Pueraria phaseoloides*, também conhecida como puerária ou kudzu tropical é uma leguminosa exótica, perene, trepadeira e cujos caules são rasteiros, herbáceos e estoloníferos. Muito utilizada para a formação de pastagens, para corte, para a produção de feno e para a ensilagem. É considerada uma das melhores plantas para a proteção do solo, no combate à erosão. É também uma grande produtora de folhagem para a adubação verde (ALCÂNTARA & BUFARAH, 1988). Normalmente seu plantio é realizado com 5 a 6 sementes por cova, com espaçamento de 0,50 m x 0,50 m (GOMES e MORAES, 1997) ou a lanço na proporção de 3 kg de sementes por hectare.

Plantios de seringueira com *P. phaseoloides* mostraram resultados de melhoria do solo quanto à taxa de infiltração de água e formação de agregados grandes e estáveis, altas porosidades e baixa densidade do solo (EMBRAPA 1983/1984).

Gonçalves et al. (1992) concluíram que a *Pueraria phaseoloides* poderia ser consorciada com *Brachiaria humidicola* (capim humidicola), *Setaria sphacelata* (setaria) e *Panicum maximum* (capim colônia), chegando a quase dobrar a produção de massa seca por hectare das duas primeiras Gramíneas.

Townsend et al (1999) recomendam o uso da Puerária e de Desmódio para a recuperação de pastagens degradadas. Valentim & Moreira (2001), para o Estado Acre, concluíram que no período de seca a consorciação do capim *Panicum maximum* cv massai consorciado com a puerária (*Pueraria phaseoloides*) e amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) aumentou a produção de forragem em mais de 80%, com o acúmulo de mais de 55 kg ha⁻¹ de matéria seca por dia.

Souza et al (1996) testaram três leguminosas: Desmódio (*D. ovalifolium*), Puerária (*P. phaseoloides*) e Mucuna (*M. cochinchinensis*) com o objetivo de controlar plantas daninhas, em especial o capim taripucu (*Paspalum maritimum*). Os autores observaram que Mucuna cobriu rapidamente o solo em um primeiro momento, mas desapareceu logo em seguida

devido ao seu hábito de crescimento anual, permitindo a reinfestação de plantas daninhas, enquanto o Desmódio, por apresentar crescimento lento, não conseguiu sobrepor-se ao capim taripucu. A Puerária mostrou ser a melhor opção, pois cobriu o solo, controlou a Gramínea, diminuiu as capinas, facilitou o coroamento das plantas de cupuaçu e a locomoção dentro da área, quando comparado com a presença das plantas invasoras.

1.2 Importância da fauna do solo

O solo é o habitat natural de uma grande variedade de organismos que apresentam uma variedade de tamanhos e metabolismos, sendo o seu conjunto chamado de biota do solo (CORREIA, 2002). Assim esses organismos do solo podem ser classificados de acordo com o tamanho do corpo em: microfauna (<0,2 mm de comprimento), mesofauna (0,2 – 2 mm) e macrofauna (> 0,2 mm) que é composta por insetos, oligoquetos e miríapodos (BACHELIER, 1978; SWIFT et al., 1979). Outras classificações têm sido propostas, por exemplo, minhocas e insetos sociais (cupins e formigas) têm sido nomeados por alguns autores (LAVELLE, 1992; STORK & EGGLETON, 1992) de “Engenheiros do ecossistema” pela sua capacidade de produzirem poros e galerias, aumentando a aeração, infiltração da água e facilitando outros processos no solo. A fauna do solo também tem sido agrupada em grupos funcionais: Herbívoros, Decompositores, Predadores (MOORE et al., 1988).

A microfauna do solo é composta principalmente por invertebrados aquáticos que vivem no filme de água do solo (LAVELLE, 1997). Esses organismos se alimentam de bactérias, fungos e constituem verdadeiros aparatos enzimáticos, sendo responsáveis pela mineralização de compostos orgânicos e a liberação de nutrientes.

A mesofauna do solo é composta principalmente por ácaros, colêmbolos e enquitreídeos. São responsáveis principalmente pelo processamento da matéria orgânica e por fragmentar detritos vegetais, aumentando a superfície específica para o ataque microbiano (LAVELLE, 1997).

A importância da fauna do solo, principalmente os macroinvertebrados, está relacionada aos diferentes efeitos que esta produz nos processos que determinam a fertilidade do solo. A fauna do solo regula as comunidades de microorganismos responsáveis pelos processos de mineralização e influenciam no ciclo de matéria orgânica e disponibilidade de nutrientes (DECAËNS et al, 2001). O sistema biológico de regulação do ecossistema do solo, operado através dos macrorganismos (raízes vivas e macro invertebrados), tem um papel chave na conservação da fertilidade do solo, pois está intimamente ligado a ciclagem de nutrientes. A macrofauna do solo além de operar como reguladora da atividade microbiana age como fragmentadora da serapilheira, sendo esta uma de suas principais funções que causam mudanças biológicas e químicas no solo (LAVELLE, 1992, 1996). Alguns grupos da macrofauna do solo têm sido considerados “chaves” por afetarem a estrutura física do solo. Esses grupos, considerados “grupos chaves” da fauna de solos tropicais, influenciam na dinâmica e mobilização de nutrientes e na humificação (BRUSSARD e JUMA, 1996; LAVELLE et al., 1992). As minhocas, formigas, cupins são considerados “grupos chaves” e têm sido chamados de Engenheiros do ecossistema, por produzirem estruturas físicas que modificam a disponibilidade de recursos minerais para outros organismos (JONES et al, 1994). As estruturas produzidas por esses organismos como: bioporos, galerias, ninhos, agregados e bolotas fecais formados por dejeções de minhocas afetam a estrutura e as propriedades físicas do solo (OADES, 1993; LAVELLE et al., 1995; WARDLE e LAVELLE, 1997; BLANCHART et al., 1997; CHAUVEL et al., 1999).

Muitas das funções que os invertebrados do solo exercem dependem da eficácia do seu sistema digestivo e que por sua vez depende do tipo de interação que mantém com a microflora do solo. Podem se distinguir assim três grandes grupos funcionais de invertebrados do solo: Engenheiros do Ecossistema, transformadores de serapilheira e micro-predadores (Figura 1.1) (LAVELLE, 1996, 1997).

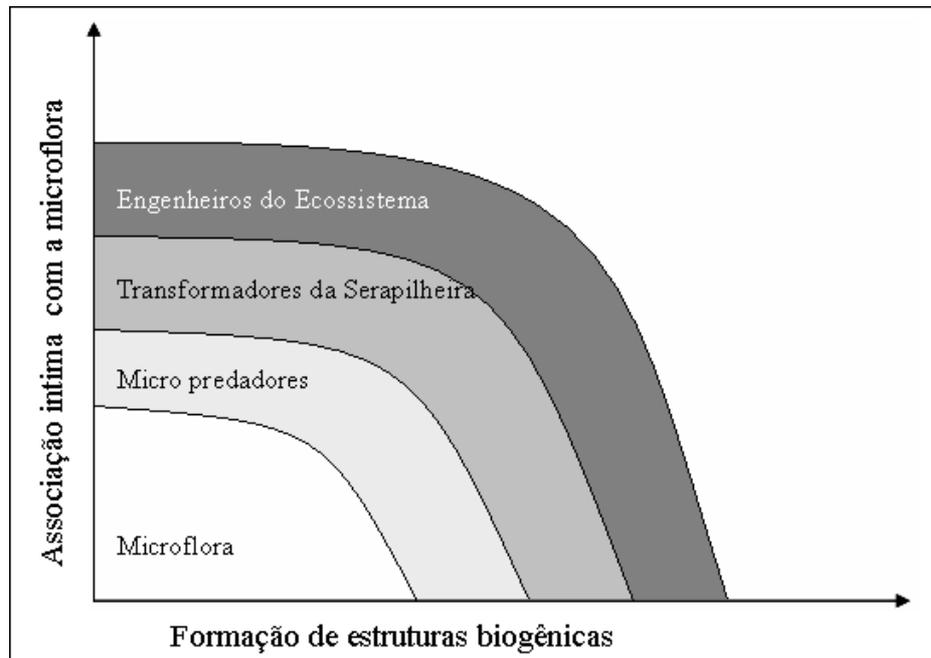


Figura 1: Relações das interações entre os microorganismos e a macrofauna do solo. A medida que aumenta o tamanho do organismo suas relações com microflora vão desde o mutualismo externo ao interno. Adaptado de Lavelle (1996).

A fauna do solo também tem sido considerada como indicadora da qualidade do solo (STORK e EGGLETON, 1992). Isso porque os invertebrados do solo são muito sensíveis às práticas de manejo, aos impactos antrópicos, aos fatores do clima e a quantidade e qualidade do material vegetal depositado na superfície do solo (LAVELLE et al, 1992). Dependendo do tipo de manejo agrícola aplicado ao solo, a disponibilidade de nutrientes pode modificar a estrutura do habitat da fauna do solo (BARROS et al., 2001; CORREIA e OLIVEIRA, 2000).

A adição de coberturas vegetais ao solo pode promover a existência de novos habitat favoráveis à colonização da fauna do mesmo, contribuindo para um aumento da densidade e diversidade de grupos (TAKEDA, 1995). A cobertura vegetal confere proteção física ao solo contra a erosão, podendo aumentar a infiltração, reduz a perda por evapotranspiração, ajudando a manter a umidade do solo, além de diminuir a perda de matéria orgânica do solo (WARDLE, 1995; ROSS et al., 1992). Segundo Tian et al. (1997a e 1997b) os efeitos da macrofauna de solo são mais aparentes quando fatores como umidade do solo e qualidade do

substrato diminuem em consequência da transformação de sistemas naturais em sistemas agrários.

Vários trabalhos relacionam a diversidade da fauna do solo a vários tipos de vegetação e ambientes. Por exemplo, estudos realizados por Cunha et al (2003) mostraram que na serapilheira da floresta há alta diversidade de macroinvertebrados. Estes resultados corroboram com os encontrados por Harada e Bandeira (1994) que encontraram na Floresta primária uma densidade maior de invertebrados do que em plantios arbóreos.

Bandeira e Torres (1985) estudando a fauna de solo em florestas e pastagens na Amazônia oriental demonstraram que a floresta apresentou uma maior densidade de formigas e cupins, como também maior biomassa de cupins. Observaram também que o tipo de solo pareceu ter uma grande influência sobre fauna do solo, sendo suas densidades diretamente proporcionais à quantidade de argila no solo.

Bandeira e Torres (1988) estudaram a macrofauna do solo em ambiente de Floresta e pastagens no Estado do Pará, avaliando a fauna quanto à diversidade e distribuição. Neste estudo também foi verificado que uma elevada densidade da fauna do solo em áreas florestais pode indicar o nível alto de produtividade primária da Floresta.

Bandeira e Harada (1998) avaliaram a macrofauna do solo em áreas de Floresta e de plantações de leguminosas e observaram que a maior densidade total de indivíduos ocorreu na floresta sendo os cupins, formigas e as minhocas os grupos mais representativos.

Höfer et al (2001) verificou que a composição da fauna do solo em florestas primárias e secundárias na Amazônia é diferente de sistemas de cultivo misto, havendo nos cultivos uma substituição de grupos típicos da floresta por outros grupos como Isopoda, Diplopoda e Gastropoda. Neste estudo, em ambientes de Floresta primária foram encontradas minhocas de maior tamanho e grande abundância de cupins e formigas, sendo que nas áreas de cultivo as populações de cupins foram reduzidas. Por outro lado nos policultivos foi observada uma alta

abundância de grupos como Diplopoda e Isopoda que são conhecidos como comedores de serapilheira.

Tapia-Coral et al (1999) realizaram estudos comparando a fauna da liteira em sistemas agroflorestais e capoeiras na Amazônia Central, onde neste estudo foi verificado que todos os Sistemas agroflorestais avaliados apresentaram uma maior densidade e biomassa do que a capoeira. No entanto os sistemas que apresentaram as maiores densidades e biomassas foram àqueles onde houve uma maior diversificação das espécies de serapilheira depositadas sobre o solo.

Barros et al (2002) também estudaram a macrofauna do solo em sistemas agroflorestais. Neste estudo verificou-se que a fauna do solo foi sensível aos diferentes usos da terra avaliados, sendo que os sistemas agroflorestais apresentaram uma densidade e diversidade maior do que os outros sistemas de uso da terra, como por exemplo pastagens.

Estudo realizado em diferentes sistemas de uso da terra, na Amazônia peruana, (PASHANASI, 2001) mostrou que os sistemas agroflorestais com cobertura de leguminosas (*Pueraria phaseoloides*, *Desmodium ovalifolium* e *Centrosema pubescens*) apresentaram a maior diversidade de macroinvertebrados do solo do que outros sistemas de uso da terra, como pastagens.

Leitão et al (2002) também realizaram estudos com leguminosas arbóreas e verificaram que capoeiras enriquecidas com mistura de várias leguminosas apresentam uma maior biomassa de macroinvertebrados daquelas enriquecidas com apenas uma espécie de leguminosa. Decaëns et al (2000) em estudo realizado na Colômbia, também verificou um aumento da biomassa da macrofauna em pastagens associadas às leguminosas arbóreas.

Canto (1989) estudando leguminosas no Município de Manaus, semeadas nas entrelinhas da cultura do guaraná (*Mucuna conchinchinensis*, *Indigofera tinctoria*, *Flemingia congesta* e *Desmodium ovalifolium*), servem como fonte inicial de C e nutrientes, ajudando no

estabelecimento da biota do solo, sendo a diversidade de grupos da fauna do solo maior nas áreas sob influência das leguminosas do que em áreas de cobertura natural.

Alguns estudos têm relacionado fauna edáfica às propriedades físicas dos solos. Em estudo realizado em sistemas agrossilviculturais, Cortés (2003) relacionou a macrofauna do solo e volume dos macroporos nesses sistemas. Esse estudo concluiu que os macroinvertebrados do solo ao longo prazo contribuem para a gênese dos macroporos do solo.

Barros et al (2002) verificou que a fauna do solo, em determinadas situações, participa tanto nos processos de compactação como de descompactação do solo. Este autor verificou que o aumento da população da minhoca *Pontoscolex corethrurus* em áreas de pastagem resultou em compactação do solo, e sugere que este efeito pode ser revertido se após a mudança da cobertura vegetal houver colonização por outros grupos da fauna de solo .

2. DESCRIÇÃO METODOLÓGICA

2.1 Localização e caracterização das áreas de estudo

O estudo foi desenvolvido na estação experimental do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/EMBRAPA, localizada no km 29 da rodovia AM-010 que liga Manaus ao município de Itacoatiara (Figura 2). A estação experimental está localizada entre as coordenadas geográficas: 2°54' 04" de latitude S e 59° 58' 41" W.



Figura 2: Localização da Embrapa/CPAA, na rodovia AM-0-10, Manaus/AM. Imagem de satélite.
Fonte: www.google.com

2.2 Clima

O clima da região é caracterizado como de tipo Am_i, de acordo com a classificação de Köppen, com média anual de precipitação pluviométrica entre 1500 e 2500 mm, caracterizando a região como tropical muito úmida. Durante a realização do estudo, os dados do clima (precipitação pluviométrica) foram medidos pela CPAA. No ano de 2004, a precipitação foi de 2.229,3 mm com precipitação mensal variando de 40,3 mm a 474,4 mm. A média anual de temperatura foi de 26°C, com variação mensal de 23°C a 28°C. (Gráfico 1).

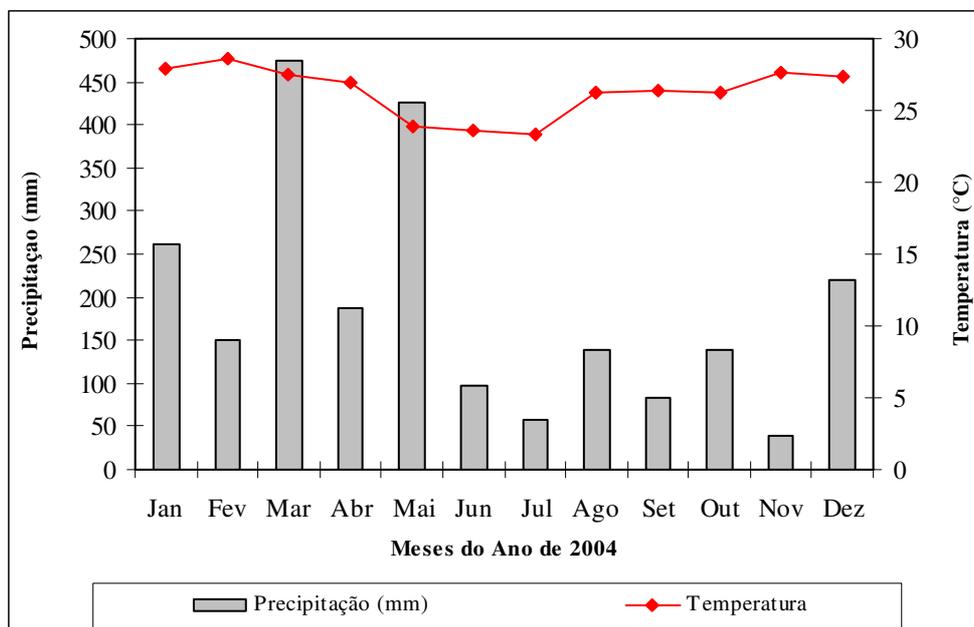


Gráfico 1: Totais mensais de precipitação pluviométrica (mm) de Janeiro a Dezembro de 2004 na cidade de Manaus.

2.3 Histórico da área

A área de estudo, devido ao preparo inicial mecanizado com remoção da camada superficial do solo, apresentava sinais de degradação, como compactação e baixa infiltração. . Nessa área, foi implantado em 1995, um sistema de cupuaçu e coco com espaçamento triangular equilátero de 7,5 m.

Foram introduzidas em julho de 2001, nas entrelinhas do sistema cupuaçu-coco, três espécies de leguminosas: *Tephrosia candida*, *Flemingia macrophylla* e *Pueraria*

phaseoloides, tendo como testemunha a Gramínea (Taripucu) *Paspalum multicaule*. O preparo da área para plantio das leguminosas foi realizado através de passagem de um rotavator nas entrelinhas de plantio. As espécies arbustivas *T. candida* e *F. macrophylla* foram introduzidas nas entrelinhas do sistema em 4 linhas com espaçamento de 0,80 m (entre plantas) x 1,00 m (entre linhas), somando 35 plantas por linha, num total de 140 plantas por entrelinha. Cada tratamento é composto por nove entrelinhas o que totaliza 1260 plantas de cada espécie. Foi realizada aplicação de herbicida para eliminar as Gramíneas fortemente instaladas na área e aplicação de calcário dolomítico, equivalente a 2 t.ha⁻¹. Também foi realizada uma adubação na cova de 20 g de fosfato de Arad. A espécie rasteira *P. phaseoloides* foi introduzida através do plantio a lanço, com tratamento prévio para quebra de dormência das sementes.



Figura 3: Vista superior do sistema de Plantio cupuaçu-coco em fase anterior a de implantação das leguminosas.

(Foto: Hubert Höfer)

2.4 Tratamentos e delineamento experimental

As leguminosas arbustivas (*Tephrosia candida* e *Flemingia macrophylla*) foram podadas regularmente na altura de 50 cm. Foram realizadas um total de cinco podas, sendo que cada poda foi realizadas após o período de rebrotamento e florescimento das leguminosas. Nos tratamentos com as leguminosas arbustivas foram realizados dois tipos de manejo: um com adição do material vegetal resultante da poda dentro da linha de plantio (com material) e outro sem adição do material vegetal resultante da poda (sem material). No tratamento sem adição de material vegetal o solo era naturalmente coberto pela serapilheira daquela espécie. Assim os tratamentos escolhidos ficaram distribuídos dessa forma: *Tephrosia candida* com material (CM), *Tephrosia candida* sem material (SM), *Flemingia. macrophylla* com material (CM), *Flemingia. macrophylla* sem material (SM), *Pueraria phaseoloides*, a Gramínea (Taripucu) *Paspalum multicaule* e Floresta (Tabela 1).

O delineamento estabelecido foi inteiramente ao acaso com sete tratamentos (Tephrosia CM, Tephrosia SM, Flemingia CM, Flemingia SM, Puerária, Gramínea e Floresta) e três repetições. Em cada repetição foram coletados cinco monólitos, sendo três repetições por tratamento, fazendo um total de 105 amostras.

Nº.	Tratamentos	Nº de Repetições	Nº. de monólitos coletados em cada repetição	Total de monólitos por tratamento
01	<i>T. cândida</i> com material	03	05	15
02	<i>T. cândida</i> sem material	03	05	15
03	<i>F. macrophylla</i> com material	03	05	15
04	<i>F. macrophylla</i> sem material	03	05	15
05	<i>P. phaseoloides</i>	03	05	15
06	<i>Paspalum multicaule</i> (Gramínea)	03	05	15
07	Floresta	03	05	15
Total (monólitos)				105

Tabela 1: Número de monólitos com 3 profundidades (0-10, 10-20, 20-30 cm) coletados com três repetições em função dos tratamentos avaliados.

2.5 Metodologia das coletas no campo

A macrofauna do solo foi amostrada na estação chuvosa, no período de Janeiro a Março de 2004, seis meses após a última poda das leguminosas arbóreas. A coleta da macrofauna foi realizada conforme o método Tropical Soil Biology and Fertility, IUB/UNESCO, ANDERSON e INGRAN (1993) (TSBF). O método consistiu em coletar blocos de solo (monolitos) de 25x25x30 cm em pontos escolhidos ao longo de uma linha reta de trinta metros, separados a cada cinco metros. Ou seja, em todos os tratamentos foi coletado a cada cinco metros um monolito, fazendo um total de cinco monolitos por parcela. Os monolitos foram subdivididos em serapilheira e camadas de solo de 0-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade (Figura 4). A macrofauna (animais > 2mm) coletada em cada camada foi separada manualmente no campo, em bandejas plásticas brancas, para facilitar a coleta e armazenada em frascos de plástico contendo álcool 70%. Posteriormente as amostras foram levadas para o laboratório para identificação dos grupos principais.

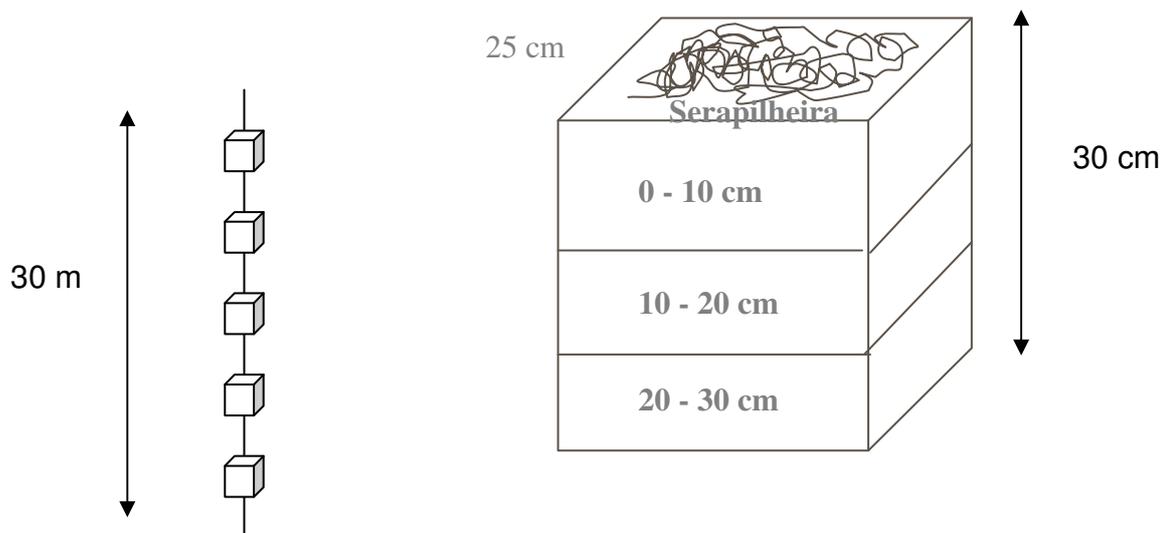


Figura 4: Representação esquemática das coletas no campo e dos blocos de solo subdivididos em camadas.



Figura 5: Demarcação da área (25x25 cm) para a coleta da macrofauna da serapilheira e posteriormente do bloco de solo.



Figura 6: Abertura de trincheira para a coleta dos blocos de solo (25x25x30cm) subdivididos em camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm do solo.

2.6 Determinação da densidade e biomassa dos grupos da fauna do solo

No laboratório a macrofauna da serapilheira e do solo foi separada e identificada ao nível de grandes grupos (Ordens) utilizando chaves de identificação de Barnes (1984) e Borror, e Delong (1969). A macrofauna do solo também foi separada em grupos funcionais como Decompositores, Herbívoros, Predadores (HÖFER et al., 2000) e ainda em Engenheiros do ecossistema (JONES et al., 1994; LAVELLE, 1997) (Tabela 2).

Os invertebrados do solo encontrados após a identificação foram contados para a determinação da densidade (ind.m^{-2}). Para determinação da biomassa (g.m^{-2}) fresca em álcool a macrofauna foi seca ao ar livre por 15 minutos sobre papel absorvente e depois foram pesados em balança analítica.

Eng. do ecossistema	Decompositores	Herbívoros	Predadores	Outros
Isoptera	Isopoda	Hemiptera	Arachnida	Blattodea
Oligochaeta	Diplopoda	Orthoptera	Pseudoescorpionida	Diptera
Hymenoptera (Flormicidae)	Oligochaeta		Chilopoda	Coleoptera
				Gastropoda
				Larvas

Tabela 2: Organização dos grupos da macrofauna do solo em grupos funcionais.
Fonte: HÖFER et al. (2000) com algumas modificações.

2.7 Coletas e análise químicas do solo

A coleta de solo foi realizada na área de influência das leguminosas estudadas. O solo da área foi classificado Latossolo Amarelo álico muito argiloso (RODRIGUES et al., 1972). As amostras de solo para a realização de análises químicas foram retiradas do solo coletado nos monolitos em cada camada. Foram coletadas cinco repetições por parcela, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm, sendo a seguir misturados para formar uma amostra composta por parcela e por profundidade citada. Após a coleta, as amostra foram secas ao ar,

destorroadas e passadas em peneira de 2 mm de abertura (**Terra Fina Seca ao Ar - TFSA**) para análise dos teores de C e N total, pH, Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Al^{3+} , P disponível e H^+ + Al^{3+} . As análises químicas das amostras de solo foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos e de Plantas da Embrapa Amazônia Ocidental, utilizando a metodologia descrita por EMBRAPA (1997).

2.7.1 pH em água

Foi realizada a medição eletroquímica da concentração efetiva de íons H^+ na solução do solo, por meio de eletrodo combinado, imerso em suspensão solo:água na proporção 1:2,5.

2.7.2 Acidez potencial (Hidrogênio + Alumínio)

A extração da acidez potencial do solo foi realizada com solução de acetato de cálcio e titulação alcalimétrica do extrato. A extração do H^+ + Al^{3+} pelo acetato de cálcio é baseada na propriedade tampão do sal, decorrente da presença de ânions acetatos. Com o pH ajustado em 7,0 ele extrai grande parte da acidez potencial do solo até esse valor de pH.

2.7.3 Matéria orgânica

A determinação da matéria orgânica foi determinada pelo método volumétrico pelo bicromato de potássio. O carbono da matéria orgânica da amostra é oxidado a CO_2 e o cromo (Cr) da solução extratora é reduzido da valência +6 (Cr^{+6}) à valência +3 (Cr^{3+}). Na seqüência, faz-se a titulação do excesso de bicromato de potássio pelo sulfato ferroso amoniacal. A quantidade de matéria orgânica existente na amostra foi calculada pela seguinte expressão: g de matéria orgânica/kg = g de carbono/kg x 1,724

2.7.4 Alumínio trocável

O Al trocável foi extraído com KCl 1 mol L⁻¹ (1:5) e determinado por titulometria com uma solução de NaOH 0,25 mol L⁻¹ padronizada, usando o azul de bromotimol como indicador (EMBRAPA, 1997).

2.7.5 Análise de cálcio (Ca) e magnésio (Mg)

O cálcio e magnésio trocáveis foram extraídos por KCL 1M. Os dois elementos foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica.

2.7.6 Análise de fósforo (P) potássio (K) e sódio (Na)

Fósforo, potássio e sódio foram extraídos pelo método Mehlich 1, também chamado de solução de duplo-ácido, constituída por uma solução de HCl 0,05 M + H₂SO₄ 0,0125 M (Mehlich, 1953; modificado pela EMBRAPA, 1997). O emprego dessa solução extratora baseia-se na solubilização desses elementos pelo efeito de pH, entre 2 e 3, sendo o papel do Cl⁻ o de restringir o processo de readsorção dos fosfatos recém extraídos. A relação solo: extrato foi de 1:10, sendo o P determinado por fotolorimetria e o K e o Na por fotometria de chama.

2.8 Análises dos dados

Para avaliar o efeito das formas de uso da terra (variável independente) sobre a diversidade, densidade e a biomassa dos grupos da macrofauna do solo (variáveis dependentes), foram aplicadas Análises de Variância (ANOVA) e quando houve diferenças significativas foi aplicado o teste Tuckey ao nível de 5% de significância para determinar onde estavam ocorrendo. Análises de Variância também foram realizadas para avaliar os teores de nutrientes do solo nos tratamentos avaliados. Também foram realizadas Análise dos Componentes Principais (PCA) para comparar as densidades e biomassas da macrofauna do solo nos diferentes tratamentos. Assim como verificar quais os fatores que foram mais predominantes. O programa estatístico utilizado foi o STATISTICA 6.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise do solo

3.1.1 pH e acidez potencial

O pH é uma das principais características do solo que influencia a disponibilidade dos nutrientes para as plantas, devido principalmente ao efeito na solubilidade dos elementos químicos (MALAVOLTA 1997; PAVAN e MIYAZAWA, 1997; TISDALE et al., 1999). Neste estudo as amostras de solo foram avaliadas quanto a sua acidez, pH e teor de alumínio nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade (Tabela 3).

Em geral observou-se que o pH do solo aumentou com o aumento da profundidade apresentando diferenças significativas (ANOVA $F=3,13$; $P<0,05$), sendo que os maiores valores de pH foram verificados para os tratamentos com Tephrosia, variando de 4,0 a 4,18, e os menores para a Floresta, variando de 3,36 a 3,78 (Tabela 3). Para todos os tratamentos estudados, o pH do solo mostrou-se muito baixo, correspondendo a uma condição de acidez muito elevada, sendo $\leq 4,0$ na camada superficial do solo (0-10 cm).

A Floresta apresentou teores de alumínio (ANOVA $F=5,55$; $P<0,01$) e acidez potencial (ANOVA $F= 10,5$; $P<0,01$) significativamente superior aos tratamentos com leguminosas na camada superficial do solo, diminuindo essa diferença com a profundidade, igualando-se estatisticamente na camada mais profunda (20-30 cm).

Os resultados apresentados na Tabela 3 evidenciam que o manejo do solo com uso de leguminosas, somado a utilização inicial de calcário dolomítico promoveram uma diminuição na acidez do solo com diferenças significativas em relação à Floresta na camada mais superficial (0-10 cm). As leguminosas utilizadas neste estudo foram capazes de desenvolver-se normalmente nas condições pedológicas da Amazônia, indicando ser estas espécies

adaptadas a baixos níveis de fertilidade do solo, pouco sensíveis à acidez do solo, tolerando níveis elevados de Al, com a saturação de alumínio variando de 55 a 92 %.

Tratamentos	pH	Al	H+Al
	H ₂ O	cmolc/dm ³	
Camada de 0-10 cm de profundidade			
Floresta	3,36 b	2,20 a	10,73 a
Gramínea	3,61 ab	1,42 ab	6,84 b
Flemingia SM	3,78 ab	1,16 b	6,19 b
Flemingia CM	3,76 ab	1,22 b	7,10 b
Tephrosia SM	4,00 a	0,95 b	6,02 b
TephrosiaCM	3,99 a	0,99 b	6,51 b
Puerária	3,70 ab	1,25 b	6,73 b
Camada de 10-20 cm de profundidade			
Floresta	3,44 b	1,65 a	6,89 a
Gramínea	3,80 ab	1,13 ab	5,13 b
Flemingia SM	3,90 ab	1,07 ab	5,28 ab
Flemingia CM	3,98 a	1,01 b	4,92 b
Tephrosia SM	4,04 a	0,96 b	4,72 b
Tephrosia CM	4,01 a	1,00 b	5,70 ab
Puerária	3,88 ab	1,08 ab	5,76 ab
Camada de 20-30 cm de profundidade			
Floresta	3,78 b	1,10 a	4,58 a
Gramínea	3,97 ab	1,02 a	4,05 a
Flemingia SM	4,03 ab	0,93 a	4,02 a
Flemingia CM	4,16 a	0,88 a	3,89 a
Tephrosia SM	4,18 a	0,86 a	4,02 a
Tephrosia CM	4,19 a	0,86 a	4,43 a
Puerária	4,01 ab	0,96 a	4,53 a

Tabela 3: pH, e acidez potencial nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade nos tratamentos avaliados. Os valores são médias de três repetições (n=3). As letras nas colunas mostram as diferenças significativas ao nível de 0,5% (p<0,05).

3.1.2 Matéria orgânica e nutrientes do solo

Neste estudo os teores de matéria orgânica observados nos diferentes tratamentos (Tabela 4) situam-se na faixa de valores considerada adequada para as condições de solos tropicais (PARTON et al., 1989, p. 69-96; SOUSA e LOBATO, 2002). Observou-se que o teor de matéria orgânica na camada superficial do solo (0-10 cm) foi significativamente superiores na Floresta (49,06 g kg⁻¹) do que nos demais tratamentos (ANOVA F=10,3; P<

0,01). Embora sem diferença estatisticamente significativa, o tratamento Tephrosia CM apresentou teores mais elevados de matéria orgânica no solo que no tratamento Tephrosia SM, sendo essa diferença de $7,34 \text{ g kg}^{-1}$ para a camada de 0-10 cm e de $4,48 \text{ g kg}^{-1}$ para a camada de 10-20 cm. Os valores de matéria orgânica foram diminuindo gradativamente no perfil do solo, apresentando valores semelhantes entre os tratamentos nas camadas mais profundas (Tabela 4).

O teor de Nitrogênio (N) total na camada de 0-10 cm do solo apresentou diferenças significativas entre os tratamentos (ANOVA $F=3,99$; $P<0,05$), sendo estatisticamente superior na Floresta ($26,3 \text{ g kg}^{-1}$) quando comparado a Gramínea ($1,98 \text{ g kg}^{-1}$), a Flemingia SM ($20,2 \text{ g kg}^{-1}$) e a Tephrosia SM ($19,6 \text{ g kg}^{-1}$). Nas demais camadas do solo o valor médio do nitrogênio foi maior na Floresta, porém sem diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 4).

Estes resultados indicam que sistemas de uso da terra com utilização de adubo orgânico, cobertura morta e/ou cobertura verde possibilita manter ou mesmo aumentar o teor de matéria orgânica do solo (M.O.S.) e, conseqüentemente, uma adubação nitrogenada mais eficiente, melhorando a disponibilidade dos nutrientes.

Comparativamente, em todas as profundidades, as maiores concentrações de Fósforo (P) foram observadas para os tratamentos com leguminosas, sendo esta diferença estatisticamente significativa entre a Puerária e a Floresta. Considerando a camada superficial do solo (0-10 cm) as concentrações de Fósforo (P) foram maiores na Tephrosia CM ($7,94 \text{ mg/dm}^3$) e na Puerária ($6,89 \text{ mg/dm}^3$) e menores na Floresta ($1,75 \text{ mg/dm}^3$), sendo estatisticamente diferentes entre si (ANOVA $F=4,10$; $P<0,05$).

Os resultados da análise de solo para Fósforo apresentados na Tabela 4 indicam que o uso e manejo de leguminosas melhoram a disponibilidade do Fósforo no solo comparativamente ao sistema natural (Floresta) e a Gramínea. O aporte de MOS ao sistema advindo das leguminosas aumentou as concentrações de P disponível no solo, mesmo nas

condições de textura muito argilosa do Latossolo Amarelo álico. Corroboram essa assertiva os resultados obtidos por Canto (1989) na Amazônia, em condições de solo semelhante. Estudando o efeito da cobertura com leguminosas (Indigófera, Desmódio, Mucuna e Flemingia), comparando com os níveis verificados antes do plantio e com a cobertura natural sobre a disponibilidade de nutrientes do solo, o autor verificou um aumento sensível dos teores de N, P e Mg com o uso das leguminosas.

Na primeira camada do solo as concentrações de Potássio (K) foram maiores na Puerária. ($29,5 \text{ mg/dm}^3$) e menores na Tephrosia SM (16 mg/dm^3), apresentando diferenças significativas entre os tratamentos (ANOVA $F=4,44$; $P<0,05$). Na segunda camada não houve diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que a Puerária apresentou as maiores concentrações de K. Na camada de 20-30 cm do solo, as concentrações de K foram maiores na Puerária, e menores Tephrosia SM. Comparativamente a Puerária foi o tratamento que mais contribuiu para uma maior disponibilidade do potássio no solo.

Em todas as profundidades de solo estudadas, as concentrações de Cálcio (Ca) foram maiores no tratamento Tephrosia CM, seguida de Flemingia CM e menores na Floresta, sendo esta diferença estatisticamente significativa. Comparativamente os teores de Ca observados na Floresta foram muito baixos, variando de $0,09 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ a $0,02 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ em função da profundidade.

As concentrações de Magnésio (Mg) foram maiores na Tephrosia CM ($0,42 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$) e menores na Floresta ($0,10 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$), sendo significativamente diferentes (ANOVA $F=2,88$; $P<0,05$) na camada superficial do solo. Nas camadas de 10-20 e 20-30 cm do solo, as concentrações de Mg também foram maiores na Tephrosia CM, apresentando diferenças significativas entre os tratamentos (ANOVA $F=5,65$; $P<0,01$ e $F=5,6$; $P<0,01$ respectivamente). A Gramínea apresentou teores de Ca semelhantes à Floresta, com valores variando de $0,11 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ a $0,04 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, em função da profundidade (Tabela 4).

A capacidade de troca de cátions (CTC) do solo da Floresta foi significativamente superior aos demais tratamentos (ANOVA $F= 7,83$; $P<0,01$). No entanto, chama-se a atenção que do valor obtido de $10,98 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ de CTC do solo, apenas $0,25 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ são devidos à soma de bases (SB), representada pelos cátions trocáveis do solo (Ca, K, Mg, Na), o que reflete a elevada acidez potencial do solo (H+Al), bem como a baixa fertilidade natural desse solo. Por outro lado, os resultados apresentados nas Tabelas 3 e 4 também indicam o efeito benéfico do uso e manejo das leguminosas sobre a qualidade química do solo.

	C	M.O.	N	P	K	Ca	Mg	SB	t	T
Tratamentos	g/Kg			mg/dm ³		cmol _c /dm ³				
Camada de 0-10 cm de profundidade										
Floresta	28,52 a	49,06 a	26,26 a	1,75 b	20,00 ab	0,09 bc	0,10 b	0,25 b	2,45 a	10,98 a
Gramínea	18,66 b	32,10 b	19,80 b	3,52 ab	26,00 ab	0,21 b	0,11 ab	0,39 b	1,81 a	7,23 b
Flemingia SM	18,76 b	32,26 b	20,22 b	5,00 ab	20,67 ab	0,53 ab	0,27 ab	0,87 ab	2,03 a	7,05 b
Flemingia CM	20,62 b	35,47 b	22,42 ab	5,81 ab	23,33 ab	0,60 a	0,25 ab	1,00 ab	2,21 a	8,09 b
Tephrosia SM	17,97 b	30,91 b	19,58 b	4,58 ab	16,00 b	0,46 ab	0,27 ab	0,78 ab	1,73 a	6,80 b
TephrosiaCM	22,24 b	38,25 b	21,84 ab	7,94 a	22,67 ab	0,90 a	0,42 a	1,40 a	2,39 a	7,91 b
Puerária	18,60 b	30,48 b	20,65 ab	6,89 a	29,50 a	0,45 ab	0,22 ab	1,06 ab	2,31 a	7,79 b
Camada de 10-20 cm de profundidade										
Floresta	15,23 a	26,20 a	1,79 a	0,93 b	11,67 a	0,05 ab	0,05 b	0,14 c	1,79 a	7,04 a
Gramínea	12,44 a	21,40 a	1,43 a	1,48 b	13,33 a	0,11 ab	0,05 b	0,20 bc	1,33 a	5,34 b
Flemingia SM	13,49 a	23,20 a	1,54 a	2,43 ab	11,33 a	0,22 ab	0,13 ab	0,38 bc	1,46 a	5,67 ab
Flemingia CM	12,76 a	21,94 a	1,53 a	2,19 ab	13,00 a	0,32 a	0,17 ab	0,54 ab	1,55 a	5,46 ab
Tephrosia SM	13,11 a	22,54 a	1,58 a	2,54 ab	11,00 a	0,28 ab	0,17 ab	0,49 ab	1,45 a	5,21 b
Tephrosia CM	15,71 a	27,02 a	1,69 a	3,52 ab	15,00 a	0,42 a	0,24 a	0,72 a	1,71 a	6,41 ab
Puerária	15,66 a	26,94 a	1,71 a	7,74 a	21,33 a	0,41 a	0,16 ab	0,64 ab	1,71 a	6,40 ab
Camada de 20-30 cm de profundidade										
Floresta	9,69 a	16,66 a	1,45 a	0,53 bc	7,00 b	0,02 c	0,04 b	0,09 c	1,18 a	4,66 a
Gramínea	9,01 a	15,51 a	1,17 b	1,01 b	8,67 ab	0,07 bc	0,04 b	0,14 bc	1,16 a	4,19 a
Flemingia SM	9,56 a	16,45 a	1,20 b	1,22 b	7,00 b	0,14 b	0,09 ab	0,26 b	1,20 a	4,29 a
Flemingia CM	9,40 a	16,16 a	1,20 b	1,83 ab	8,00 ab	0,23 ab	0,15 a	0,42 a	1,30 a	4,31 a
Tephrosia SM	9,54 a	16,42 a	1,22 b	1,30 b	6,00 b	0,16 ab	0,11 ab	0,30 ab	1,16 a	4,32 a
Tephrosia CM	9,48 a	16,31 a	1,25 ab	1,40 ab	7,67 ab	0,24 a	0,17 a	0,44 a	1,30 a	4,86 a
Puerária	10,13 a	17,43 a	1,23 b	2,51 a	11,33 a	0,21 ab	0,10 ab	0,35 a	1,31 a	4,88 a

Tabela 4: Carbono Orgânico (g/kg), Matéria Orgânica (g/kg) e concentrações de nutrientes minerais disponíveis no solo nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade na Floresta, Gramínea, Flemingia SM, Flemingia CM, Tephrosia SM, Tephrosia CM e Puerária. Os valores são médias de três repetições (n=3). As letras nas colunas mostram as diferenças significativas ao nível de 0,5% (p<0,05). SB = Soma de Bases Trocáveis. CTC (t) = Capacidade de Troca Catiônica Efetiva. CTC(T) = Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0. Matéria Orgânica (M.O) = C (carbono orgânico) x 1,724 - Walkley-Black.

3.2 Diversidade e densidade da macrofauna na serapilheira e no solo

Na serapilheira e no solo da área de influência dos tratamentos avaliados foi identificado um total de 15 grupos taxonômicos de macroinvertebrados (Tabela 5). A maior diversidade ocorreu na Puerária com 14 grupos taxonômicos, que tem como características a boa cobertura do solo e grande produção de biomassa vegetal (ALCÂNTARA e BUFARAH, 1988). Os tratamentos Flemingia SM, Gramínea e Floresta apresentaram um total de 13 grupos taxonômicos. A menor diversidade foi encontrada na Tephrosia SM e Tephrosia CM, onde em ambos os sistemas há um menor aporte de material vegetal sobre solo, devido principalmente a alta taxa de decomposição dessa leguminosa.

Foi possível observar no presente estudo que a diversidade da macrofauna do solo nas leguminosas e Gramíneas foi muito similar à Floresta. No entanto em vários estudos realizados comparando a diversidade da macrofauna do solo de pastagens e plantações florestais com Florestas na Amazônia brasileira (BANDEIRA e TORRES, 1985; HARADA e BANDEIRA, 1994) e na Amazônia peruana (BANDEIRA e TORRES, 1985; LAVELLE e PASHANASI, 1989; TAPIA-CORAL, 2004) têm demonstrado que a diversidade de grupos é maior nas áreas de Floresta. Porém, não se pode afirmar que a semelhança entre diversidade das leguminosas, da Gramínea e da Floresta seja devido ao tipo de cobertura vegetal, pois a floresta pode ter sofrido algum tipo de perturbação ambiental, o que poderia explicar uma menor diversidade na Floresta neste estudo.

Quanto à diversidade total, a encontrada neste estudo foi mais alta do que a encontrada por Leitão-Lima e Teixeira (2002) em capoeiras enriquecidas com leguminosas arbóreas, onde foi registrado um total de 10 grupos taxonômicos. Resultados semelhantes ao presente estudo foram encontrados por Tapia-Coral (1998) amostrando a macrofauna da serapilheira em sistemas agroflorestais, que registrou um total de 15 grupos taxonômicos de macroinvertebrados. Estudos realizados por Leitão et al. (1998) com leguminosas arbóreas no

estado do Pará, verificaram também um total de 15 grupos taxonômicos. No entanto Cortés-Tarrá (2003), em trabalho realizado em diferentes sistemas agroflorestais na Amazônia Central, encontrou uma maior diversidade: 18 grupos. Harada e Bandeira (1994) também encontraram maior diversidade na Floresta e em plantios arbóreos na Amazônia central, com 19 grupos taxonômicos. Em plantações florestais na Amazônia peruana Tapia-Coral (2004) encontrou uma diversidade também elevada, com 24 grupos da macrofauna do solo.

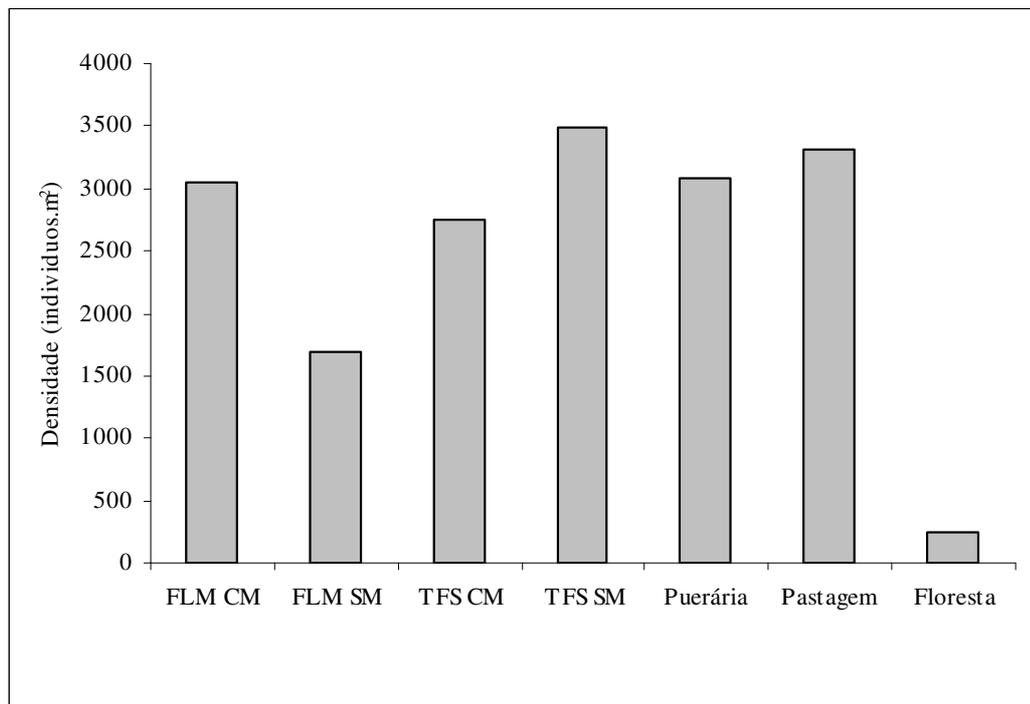


Gráfico 2: Densidade total (ind.m⁻²) da Macrofauna da serapilheira e do solo em *F. macrophylla* CM (Flemingia CM), *F. macrophylla* SM (Flemingia SM), *T. candida* CM (Tephrosia CM), *T. candida* SM (Tephrosia SM), *P. phaseoloides*, Gramínea e Floresta.

A densidade total da macrofauna da serapilheira e do solo foi maior na Tephrosia SM (3485 ind.m⁻²), seguida de Gramínea (3322 ind.m⁻²), Puerária (3091 ind.m⁻²) e Flemingia CM (3053 ind.m⁻²) (Gráfico 2). A Floresta registrou a menor densidade total entre todos os tratamentos (256 ind.m⁻²), sendo significativamente diferente dos demais tratamentos (ANOVA F=7,17; P<0,05) (Tabela 5). A Floresta neste estudo apresentou a menor densidade também em relação a outros estudos realizados na Floresta Amazônica. Harada e Bandeira (1994) registraram uma maior densidade de macroinvertebrados (447 ind.m⁻²) na Floresta do

que no presente estudo. Estudos realizados por Nascimento e Barros (2002) também encontraram maiores densidades na Floresta (663 ind.m⁻²). Assim como também Barros et al (2002) encontram uma maior densidade na Floresta (840 ind.m⁻²) do que no presente estudo. Maiores densidades da macrofauna na Floresta (2482 ind.m⁻²) também foram encontrados em estudos realizados na Amazônia peruana por Tapia-Coral (2004).

Os grupos taxonômicos da macrofauna do solo, mais abundantes no presente estudo foram: Isoptera, Hymenoptera (Formicidae), Oligochaeta e Isopoda apresentando as maiores densidades nos tratamentos avaliados. Juntos representam em média 75% da macrofauna total em todos os tratamentos (Gráfico 3), sendo que as formigas e cupins representaram em todos os tratamentos, em média, mais de 60% do total da macrofauna coletada. Esses resultados corroboram com outros estudos realizados, demonstrando que Hymenoptera e Isoptera constituem os grupos de maior densidade da fauna do solo na Amazônia central do Brasil (BECK, 1971; FITTKAU e KLINGE, 1973 BANDEIRA e HARADA, 1991).

Hymenoptera (Formicidae) foi o grupo mais abundante em quatro dos sete tratamentos avaliados. As maiores densidades foram encontradas na Tephrosia SM com 2588 ind.m⁻² e Tephrosia CM com 1197 ind.m⁻² representando 74% e 44% do total respectivamente (Gráfico 3). A Floresta apresentou as menores densidades de formigas como 128 ind.m⁻², representando mais de 50% do total da macrofauna coletada, sendo estatisticamente diferente dos demais tratamentos (ANOVA F=3,0; P<0,005). Segundo Lobry de Bruyn (1999) as formigas têm uma função resiliente na manutenção da qualidade do solo devido a sua habilidade para sobreviver em solos agrícolas, apesar das mudanças climáticas e perturbações ambientais. Fowler (1998) em estudos realizados, em áreas de mineração com a leguminosa *Mimosa scabrella*, demonstrou que práticas de reabilitação de ecossistemas promovem um rápido enriquecimento das comunidades de formigas.

A densidade de formigas encontrada nas leguminosas avaliadas neste estudo foi maior do que a encontrada em plantações Florestais no Peru (TAPIA-CORAL, 2004). Densidades menores de Hymenoptera também foram encontradas por Cortés (2003) em sistemas agrossilviculturais na Amazônia Central. No entanto Barros et al. (2002) encontrou densidades muito maiores em sistemas agroflorestais na Amazônia brasileira do que no presente estudo.

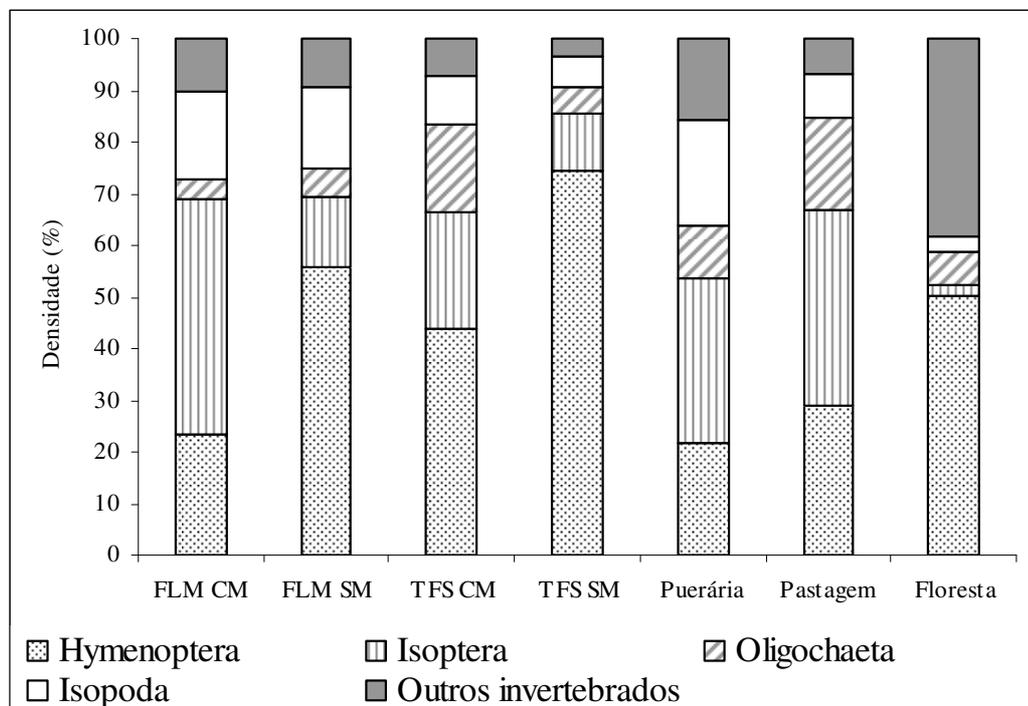


Gráfico 3: Densidade relativa (%) dos principais grupos da Macrofauna da serapilheira e do solo em *F. macrophylla* CM (Flemingia CM), *F. macrophylla* SM (Flemingia SM), *T. candida* CM (Tephrosia CM), *T. candida* SM (Tephrosia SM), *P. phaseoloides*, Gramínea e Floresta.

Os Isoptera (cupins) foram o segundo grupo mais abundante, sendo que as suas densidade foram maiores na Flemingia CM com 1391 ind.m⁻² e na Gramínea com 1262 ind.m⁻², onde representaram cerca de 45% e 38% respectivamente, do total da macrofauna coletada, porém não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Resultados semelhantes foram encontrados em outros estudos realizados em diferentes sistemas na Amazônia (TAPIA-CORAL, 2004; CORTÉS-TARRÁ, 2003; PASHANASI, 2001; BARROS

et al, 2002; NASCIMENTO e BARROS, 2002). Os cupins têm grande importância para a manutenção dos ciclos de carbono e nitrogênio, (TAYASU et al., 1997) além de serem importantes decompositores da serapilheira (BANDEIRA e TORRES, 1985; LUIZÃO, 1995).

O grupo Isopoda (crustáceos terrestres) apresentou as maiores densidades na Puerária com 704 ind.m⁻² e Flemingia CM com 515 ind.m⁻², representando 22 e 17% respectivamente do total (Gráfico 3). A menor densidade de Isopoda foi encontrada na Floresta, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (ANOVA F=18,49; P<0,005) (Tabela 5). Em estudos realizados por Tapia-Coral em sistemas agroflorestais na Amazônia Central (1998), as densidades de Isópodos na liteira, foram elevadas, porém menores do que as encontradas no presente estudo. Alguns anos mais tarde, Cortés-Tarrá (2003) também encontrou nesses mesmos sistemas agroflorestais, densidade menores de Isópodos do que no presente estudo.

No presente estudo os isópodos parecem ter sido favorecidos nas áreas de influência da Puerária e da Flemingia, leguminosas que tem como característica crescimento denso e uma grande produção de biomassa vegetal, cobrindo bem o solo e conservando sua umidade. Os isópodos são importantes indicadores da umidade do solo, pois são muito sensíveis às mudanças da mesma, sendo também considerados importantes decompositores da matéria orgânica (EDWARDS, 1974; DECAENS et al., 1994). Isso explicaria a preferência dos isópodos pelos ambientes formados sob a influência da Puerária e da Flemingia CM, pois os efeitos sobre a macrofauna do solo são mais aparentes quando fatores como umidade do solo e qualidade do substrato são alterados em consequência da transformação de sistemas naturais em sistemas agrários (Tian et al., 1997a e 1997b). Segundo Takeda (1995) a adição de coberturas vegetais ao solo podem promover a existência de novos habitats favoráveis à colonização da fauna do mesmo, contribuindo para um aumento da densidade e diversidade de grupos. Dessa forma a Puerária e Flemingia podem ser consideradas plantas úteis para cobertura e proteção do solo, bem como uma fonte importante de matéria orgânica e de

nutrientes, além de favorecer a colonização do solo por organismos decompositores como os isópodos.

O grupo Oligochaeta (minhocas) também apresentou densidades elevadas no presente estudo, sendo que a maior densidade foi observada na Gramínea (587 ind.m^{-2}), onde representou 18% da densidade total. Outros estudos também encontraram densidades elevadas de Oligochaeta na pastagem (CORREIA et al., 2001; BARROS et al., 1996). Oligochaeta também apresentou densidades elevadas na Tephrosia CM e na Puerária, representando 10% e 17% respectivamente do total da macrofauna (Gráfico 3). A Floresta apresentou as menores densidades de Oligochaeta, sendo estatisticamente diferentes dos demais tratamentos (ANOVA $F=9,39$; $P<0,005$) com exceção de Flemingia CM .

O grupo Arachnida apresentou maior densidade na Puerária (125 ind.m^{-2} e 4%) sendo estatisticamente diferente da Tephrosia SM (6 ind.m^{-2}) e da Floresta (21 ind.m^{-2}) que apresentaram as menores densidades entre todos os tratamentos (ANOVA $F=4,65$; $P<0,005$). O grupo Chilopoda também apresentou maior densidade na Puerária (92 ind.m^{-2} e 3%), porém não houve diferenças significativas entre os tratamentos.

Grupos Taxonômicos	Flemingia CM (ind.m⁻²)	Flemingia SM (ind.m⁻²)	Tephrosia CM (ind.m⁻²)	Tephrosia SM (ind.m⁻²)	Puerária (ind.m⁻²)	Gramínea (ind.m⁻²)	Floresta (ind.m⁻²)
Hymenoptera (Formicidae)	715 (31) a	941 (391) a	1197 (307) a	2588 (1859) a	670 (163) a	959 (398) a	128 (44) b
Isoptera	1391 (737) a	226 (97) ab	623 (316) ab	394 (331) ab	988 (708) ab	1262 (623) ab	5 (5) b
Embioptera	9 (3) a	4 (2) a	5 (2) a	7 (2) a	14 (4) a	2 (2) a	4 (3) a
Blattaria	13 (5) a	6 (2) a	0 -	1 (1) a	5 (4) a	4 (3) a	2 (2) a
Hemiptera	2 (2) a	1 (1) a	4 (4) a	0 -	6 a	5 (2) a	0 -
Arachnida	37 (9) ab	30 (6) ab	10 (9) ab	6 (3) b	126 (26) a	21 (8) ab	21 (3) b
Oligochaeta	119 (410) a	98 (23) ab	471 (187) a	185 (108) a	309 (43) a	587 (152) a	16 (4) b
Chilopoda	48 (14) a	13 (7) a	38 (15) a	11 (6) a	93 (8) a	42 (24) a	31 (9) a
Diplopoda	86 (10) a	14 (6) a	43 (23) a	17 (80) a	37 (14) a	37 (24) a	7 (3) a
Coleoptera	16 (4) a	33 (9) a	27 (6) a	22 (6) a	23 (11) a	25 (15) a	6 (3) a
Diptera	0 -	0 -	0 -	0 -	3 (3) a	1 (1) a	0 -
Isopoda	515 (127) a	268 (73) a	245 (72) a	204 (105) a	704 (65) a	289 (94) a	7 (2) b
Gastropoda	31 (9) ab	10 (3)	52 (18) a	17 (7) ab	25 (6) ab	21 (10) ab	4 (2) b
Larvas	45 (30) ab	3 (2) b	6 (2) ab	11 (5) ab	73 (30) a	45 (24) ab	13 (5) ab
Orthoptera	0 -	1 (1) a	3 (2) a	1 (1) a	3 (3) a	0 -	4 (2) a
Outros	26 (19) a	41 (25) a	18 (3) a	21 (8) a	11 (4) a	21 (16) a	2 (1) a
Pseudoescopionida	0 -	0 -	0 -	0 -	0 -	0 -	3 (0)
Total	3053 b	1689 b	2743 b	3485 b	3091 b	3322 b	256 a
Nº de Grupos	12	13	12	12	14	13	13

Tabela 5: Densidade (ind.m⁻²) da macrofauna do solo nos tratamentos avaliados. Os valores são médias de três parcelas (n=3). Os erros-padrão da média estão representados entre parênteses. As letras nas linhas mostram as diferenças significativas ao nível de 0,5%(p<0,05).

3.3 Biomassa da macrofauna na serapilheira e no solo

A biomassa total da macrofauna da serapilheira e do solo foi maior na Gramínea ($65,44 \text{ g.m}^{-2}$) e na Puerária ($35,58 \text{ g.m}^{-2}$) e menor na Floresta ($5,03 \text{ g.m}^{-2}$), apresentando diferenças significativas entre esses tratamentos (ANOVA $F=8,37$; $P<0,01$) (Tabela 6). Resultados semelhantes ao presente estudo foram encontrados em Florestas na Amazônia por Nascimento e Barros (2002), onde a biomassa também foi menor nas áreas de Floresta.

A Gramínea ($65,44 \text{ g.m}^{-2}$) foi o tratamento que obteve a maior biomassa total, influenciada principalmente pela biomassa das minhocas que representaram mais de 80% da biomassa total (Gráfico 5). A segunda maior biomassa foi encontrada na Puerária com $35,5 \text{ g.m}^{-2}$. Lavelle e Pashanasi (1989) encontraram valores menores de biomassas de fauna do solo em plantações de *Bactris gasipaes*. Tapia-Coral (2004) também encontrou biomassas menores em plantações florestais na Amazônia Peruana.

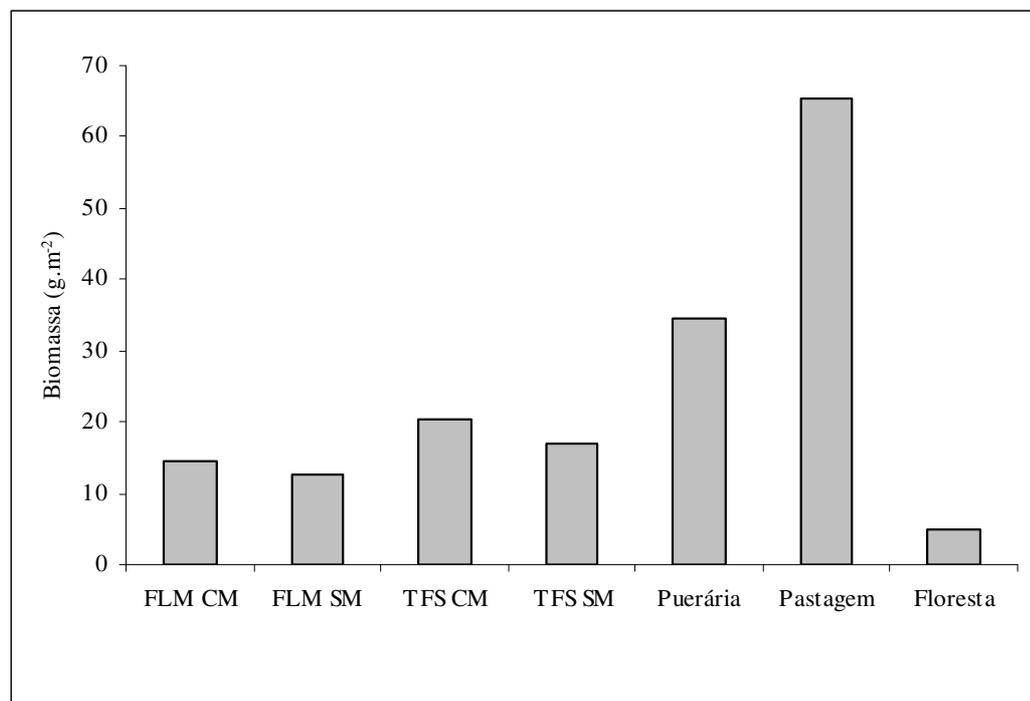


Gráfico 4: Biomassa (g.m^{-2}) total da Macrofauna da serapilheira e do solo em *F. macrophylla* CM (Flemingia CM), *F. macrophylla* SM (Flemingia SM), *T. candida* CM (Tephrosia CM), *T. candida* SM (Tephrosia SM), *P. phaseoloides*, Gramínea e Floresta.

Os grupos que apresentaram as maiores biomassas foram: Oligochaeta, Isopoda e Diplopoda. Em todos os tratamentos Oligochaeta foi o grupo que apresentou as maiores biomassas, representando em média mais de 50% da biomassa total. Segundo Lee (1985) Oligochaeta é um dos grupos da macrofauna do solo que apresenta as maiores biomassas em relação a outros grupos da fauna do solo, sendo também conhecidas por influenciarem direta ou indiretamente diversos processos químicos, físicos e biológicos do solo (ANDERSON, 1998; LAVELLE, 1988).

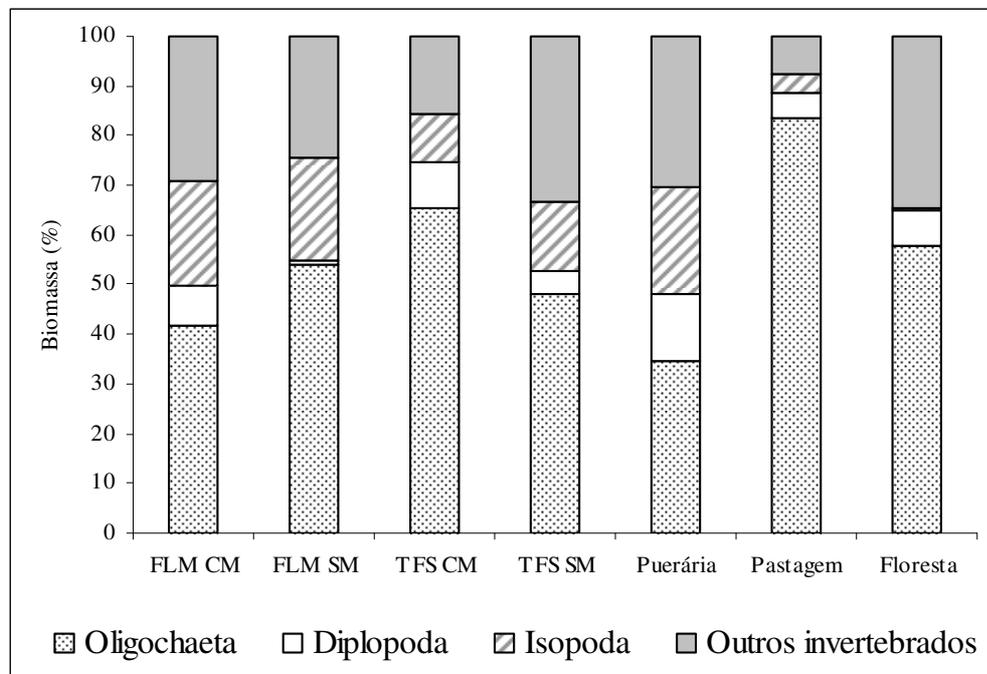


Gráfico 5: Biomassa relativa (%) dos principais grupos da Macrofauna da serapilheira e do solo em *F. macrophylla* CM (Flemingia CM), *F. macrophylla* SM (Flemingia SM), *T. candida* CM (Tephrosia CM), *T. candida* SM (Tephrosia SM), *P. phaseoloides*, Gramínea e Floresta.

A Gramínea foi o ambiente que as minhocas apresentaram a maior biomassa com 54,5 g.m⁻², representando 83 % da biomassa total (Gráfico 5), sendo estatisticamente diferente dos demais tratamentos (ANOVA F=7,86; P<0,01). No presente estudo a Gramínea parece ter favorecido a biomassa de minhocas. Segundo Correia (2002) a comunidade de grupos endógenos como as minhocas são favorecidas em ambiente onde há um maior aporte de

matéria orgânica pelas raízes, como é o caso das gramíneas. Isso poderia explicar a biomassa elevada de minhocas encontrada nesse ambiente, resultados que concordam com outros estudos realizados em diferentes sistemas de uso da terra (LAVELLE et al., 1992; BARROS, 1999; BARROS et al., 2002; PASHANASI, 2002) onde a biomassa de minhocas também foi maior em pastagens do que em outros sistemas de uso da terra.

Outro grupo que apresentou biomassa elevada foi Isopoda. A biomassa de Isopoda foi significativamente diferente entre os tratamentos (ANOVA $F=9,16$; $P<0,01$), sendo maior na Puerária ($7,65 \text{ g.m}^{-2}$) e na Flemingia CM ($3,03 \text{ g.m}^{-2}$), representando 22% e 21% respectivamente da biomassa total. Biomassas menores de Isopoda foram encontradas por Tapia-Coral (2004) em plantações florestais na Amazônia peruana. Barros et al (2002) em estudos realizados em sistemas agroflorestais na Amazônia, também encontraram menores biomassas de isópodos do que no presente estudo. Diplopoda também apresentou maior biomassa na Puerária ($4,84 \text{ g.m}^{-2}$), representando 14% do total, sendo diferente estatisticamente da Flemingia CM (ANOVA $F=3,36$; $P< 0,05$) que apresentou a menor biomassa ($0,13 \text{ g.m}^{-2}$). Foi possível observar no presente estudo, que tanto isópodos e diplópodos apresentaram biomassas elevadas principalmente em ambientes com maior aporte de matéria orgânica depositada sobre o solo, visto que esses grupos estão entre os principais comedores de serapilheira. Segundo alguns autores (MUCHMORE, 1990; DINDAL, 1990; LUIZÃO, 1995; TAPIA-CORAL et al., 1999; HÖFER et al. 2001) em muitos sistemas de cultivos, principalmente os mais diversificados, os isópodos e diplópodos tornam-se muito abundantes e assumem um papel importante na reciclagem de nutrientes e matéria orgânica.

A biomassa de Hymenoptera (Formicidae) foi maior na Tephrosia SM ($2,96 \text{ g.m}^{-2}$) e representou 17% da biomassa total neste tratamento. Na Puerária, Hymenoptera (Formicidae) apresentou a segunda maior biomassa entre todos os tratamentos ($3,66 \text{ g.m}^{-2}$) representando 10% do total. Isoptera também apresentou a maior biomassa na Tephrosia SM ($1,29 \text{ g.m}^{-2}$),

seguida de Gramínea ($1,13 \text{ g.m}^{-2}$). Tanto a biomassa de Hymenoptera como de Isoptera não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 6).

Os grupos Hemiptera e Arachnida apresentaram biomassa muito baixas em relação aos outros grupos, porém apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos (ANOVA $F=3,59$; $P<0,05$ e $F=3,51$; $P<0,05$ respectivamente), sendo maiores na Puerária (Tabela 6).

Grupos Taxonômicos	Flemingia CM g.m⁻²	Flemingia SM g.m⁻²	Tephrosia CM g.m⁻²	Tephrosia SM g.m⁻²	Puerária g.m⁻²	Gramínea g.m⁻²	Floresta g.m⁻²
Hymenoptera (Formicidae)	0,79 (0,33) a	0,62 (0,2) a	0,82 (0,2) a	2,96 (1,7) a	3,66 (3,1)a	1,36 (0,15) a	0,15 (0,027) a
Isoptera	1,09 (0,44) a	0,89 (0,2) a	0,38 (0,19) a	1,29 (0,6) a	0,85 (0,71) a	1,13 (0,3) a	0,01 (0,009) a
Hemiptera	0,01 (0,009) b	0,01 (0,005) b	0,01 (0,01) b	- -	0,15 (0,07) a	0,02 (0,008) ab	- -
Arachnida	0,03 (0,01) b	0,06 (0,006) b	0,02 (0,02) b	0,02 (0,013) b	1,99 (1,2) a	0,13 (0,08) ab	0,25 (0,2) ab
Oligochaeta	6,03 (2,4) b	6,88 (1,75) b	13,40 (2,58) ab	8,16 (3,04) b	12,34 (2,86) ab	54,54 (15,7) a	2,91 (1,79) b
Chilopoda	0,83 (0,78) a	0,06 (0,04) a	0,26 (0,1) a	0,06 (0,03) a	0,43 (0,08) a	0,16 (0,04) a	0,68 (0,34) a
Diplopoda	1,20 (0,43) ab	0,13 (0,06) b	1,84 (0,39) ab	0,80 (0,4) ab	4,84 (2,03) a	3,32 (2,13) ab	0,36 (0,35) ab
Coleoptera	0,52 (0,16) a	0,81 (0,16) a	0,40 (0,13) a	0,53 (0,21) a	0,39 (0,35) a	0,47 (0,23) a	0,19 (0,15) a
Isopoda	3,03 (0,89) ab	2,66 (0,28) ab	2,04 (0,05) b	2,40 (1,06) b	7,65 (0,75) a	2,58 (1,27) b	0,02 (0,007) c
Outros	0,96	0,65	1,28	0,79	3,27	1,74	0,46
Total	14,49 ab	12,77 ab	20,45 a	17,00 ab	35,58 a	65,44 a	5,03 bc

Tabela 6: Biomassa (g.m⁻²) da macrofauna do solo nos tratamentos avaliados. Os valores são médias de três blocos (n=3). Os erros-padrão da média estão representados entre parênteses. As letras nas linhas mostram as diferenças significativas ao nível de 0,5% (p<0,05).

3.4 Grupos funcionais

3.4.1 Densidade

Avaliar a variedade de grupos funcionais presentes em agroecossistemas pode ajudar a compreender quais as conseqüências esperadas a partir da exclusão de um ou mais desses grupos (ANDERSEN et al., 1991). Sendo assim, talvez, a abordagem que mais contribua para a compreensão da capacidade reguladora da fauna do solo nos agroecossistemas é analisar a composição e a importância de determinados grupos funcionais (CORREIA e OLIVEIRA, 2000). Os grupos funcionais analisados neste trabalho foram classificados em: Decompositores (Isopoda, Diplopoda e Oligochaeta), Herbívoros (Hemiptera e Orthoptera), Predadores (Arachnida, Pseudoescorpionida e Chilopoda) e outros grupos (Blattodea, Diptera, Coleoptera, Gastropoda e larvas) (HÖFER et al., 2000). Sendo incluída também a classificação em Engenheiros do ecossistema (Isoptera, Hymenoptera e Oligochaeta) (JONES, et al., 1994; LAVELLE, 1997).

A densidade dos Decompositores (Oligochaeta, Diplopoda e Isopoda) foi significativamente diferente entre a Floresta (31 ind.m^{-2}) e os demais tratamentos (ANOVA $F=19,5$; $P<0,01$). A puerária foi o tratamento que apresentou a maior densidade (1051 ind.m^{-2}), representando cerca de 30% da densidade total. As elevadas densidades de Decompositores são influenciadas principalmente pelas densidades dos isópodos e das minhocas.

Alguns estudos realizados organizando a fauna do solo em grupos funcionais encontraram menores densidades de Decompositores do que no presente estudo. Cortés (2003), por exemplo, encontrou densidades menores de Decompositores em sistemas agroflorestais na Amazônia Central, do que neste estudo. Tapia-Coral (2004) também encontrou menores densidades em plantações florestais na Amazônia peruana. No entanto

Höfer et al. (2000) encontraram maiores densidades de Decompositores em vários sistemas de poli cultivos na Amazônia.

Tratamentos	Decompositores	Predadores	Herbívoros	Outros	Eng. do solo
	ind.m ⁻²				
Floresta	31 (8) b	55 (11) a	4 (2) a	32 (14) b	149 (43) b
Gramínea	913 (262) a	63 (32) a	5 (2) a	120 (36) a	2808 (1016) a
<i>F. macrophylla</i> SM	380 (68) a	43 (13) a	2 (1) a	97 (13) a	1265 (362) a
<i>F. macrophylla</i> CM	721 (104) a	85 (11) a	2 (2) a	139 (28) a	2225 (712) a
<i>T. candida</i> SM	405 (149) a	17 (9) b	1 (1) a	80 (12) ab	3166 (1842) a
<i>T. candida</i> CM	759 (132) a	48 (23) a	7 (6) a	109 (18) a	2291 (444) a
<i>P. phaseoloides</i>	1051 (44) a	224 (38) a	10 (3) a	149 (25) a	1967 (638) a

Tabela 7: Densidade (ind.m⁻²) dos grupos funcionais nos tratamentos avaliados. As letras nas colunas mostram as diferenças significativas ao nível de 0,5% (p<0,05). Os valores são as médias de três parcelas (n=3). Os erros-padrão da média estão representados entre parênteses.

Os Predadores (Arachnida, Chilopoda e Pseudoescorpionida) também apresentaram as maiores densidade na Puerária com 224 ind.m⁻², representando 7% do total, porém não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. A menor densidade dos Predadores ocorreu na Tephrosia SM (17 ind.m⁻²). Tapia-Coral (2004) encontrou densidades mais elevadas de Predadores em plantações florestais do que neste trabalho. Höfer et al. (2000) encontraram também densidades elevadas de Predadores na Floresta e em sistemas de cultivos diversificados na Amazônia.

As densidades dos “outros invertebrados” (Blattaria, Diptera, Coleoptera, Gastropoda e larvas) apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos (ANOVA F=5,13; P<0,01). Sendo que as maiores densidades de “outros” foram encontradas na Puerária com 149 ind.m⁻², representando 4% do total. A segunda maior densidade dos outros grupos ocorreu na Flemingia SM com 139 ind.m⁻². A menor densidade foi encontrada na Floresta (21 ind.m⁻²).

Os Herbívoros (Orthoptera e Hemiptera) foi o grupo funcional que apresentou as menores densidades em todos os tratamentos avaliados, não havendo diferenças significativas entre os mesmos. Sendo que as maiores densidades de Herbívoros também foram encontradas na Puerária. Outros trabalhos realizados levando em consideração os grupos funcionais também encontraram densidades menores de Herbívoros em relação a outros grupos da fauna do solo (HÖFER et al., 2000; TAPIA-CORAL, 2004; CORTÉS, 2003).

Os Engenheiros do ecossistema são organismos da fauna do solo que produzem estruturas físicas com as quais modificam a acessibilidade e disponibilidade de nutrientes para outros organismos (JONES et al., 1994). As minhocas, cupins e formigas são estes macroinvertebrados que se distinguem por sua capacidade de produzir estruturas como ninhos, galerias, macro poros e macroagregados (LAVELLE, 1992).

Neste trabalho os Engenheiros do ecossistema (Formicidae, Isoptera e Oligochaeta) apresentaram maiores densidades em todos os tratamentos. Em média representaram mais de 60% da densidade total em todos os tratamentos. As maiores densidades dos Engenheiros do solo foram encontradas na Tephrosia SM (3166 ind.m⁻²), seguida de Gramínea (2808 ind.m⁻²) e Tephrosia CM (2291 ind.m⁻²), sendo influenciados principalmente pelas densidades das minhocas e das formigas. A menor densidade foi encontrada na Floresta (149 ind.m⁻²), sendo significativamente diferente dos demais tratamentos (ANOVA F=6,4; P<0,01) (Tabela 7).

Cortés (2003) e encontrou densidades semelhantes dos Engenheiros do ecossistema em sistemas agroflorestais na Amazônia Central. Tapia-Coral (2004) encontrou menores densidades de Engenheiros do ecossistema em plantações florestais na Amazônia peruana. Porém Höfer et al., (2000) encontraram densidades maiores de Engenheiros do ecossistema em vários sistemas de uso da terra.

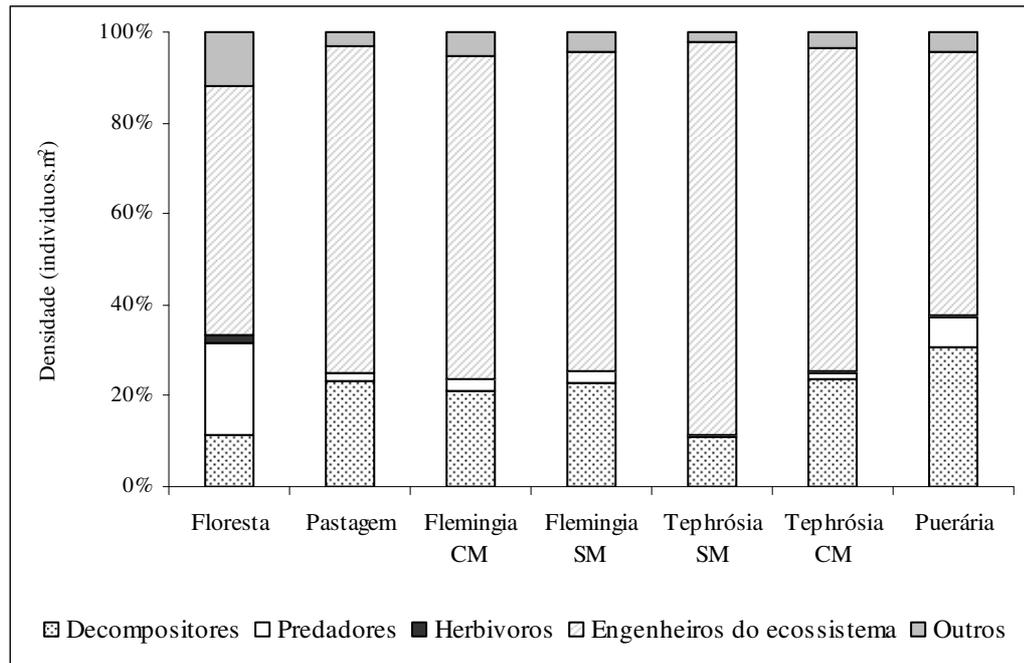


Gráfico 6: Densidade relativa (%) dos Eng. do ecossistemas e outros grupos da Macrofauna da serapilheira e do solo em *F. macrophylla* CM (Flemingia CM), *F. macrophylla* SM (Flemingia SM), *T. candida* CM (Tephrosia CM), *T. candida* SM (Tephrosia SM), *P. phaseoloides*, Gramínea e Floresta.

3.4.2 Biomassa

A biomassa dos Decompositores (Oligochaeta, Diplopoda e Isopoda) foi maior na Gramínea com $60,44 \text{ g.m}^{-2}$ e representando mais de 50% da biomassa total e menor Floresta com $3,29 \text{ g.m}^{-2}$, sendo a biomassa estatisticamente diferentes entre a floresta e a gramínea (ANOVA $F=8,44$; $P<0,001$).

Os Decompositores principalmente os isópodos e diplópodos são conhecidos como detritívoros terrestres, tendo importante função nos processos de decomposição e ciclagem de nutrientes (LAVELLE, 1988). Da mesma forma que as minhocas os diplópodos parecem ser capazes de quebrar a serapilheira das plantas, misturando-as com o solo que ingerem (TIAN et al., 1997).

Tratamentos	Decompositores	Predadores	Herbívoros	Outros	Eng.do solo
	g.m^{-2}	g.m^{-2}	g.m^{-2}	g.m^{-2}	g.m^{-2}
Floresta	3,291 (2,160) b	0,932 (0,37) b	0,012 (0,01) a	0,634 (0,49) a	3,062 (1,81) b
Gramínea	60,442 (14,9) a	0,297 (0,12) ab	0,018 (0,008) a	2,202 (0,55) a	57,026 (15,54) a
<i>F. macrophylla</i> SM	9,671 (1,96) b	0,122 (0,04) b	0,227 (0,21) a	1,242 (0,23) a	8,386 (2,23) b
<i>F. macrophylla</i> CM	10,256 (2,99) ab	0,862 (0,49) ab	0,010 (0,0096) a	1,481 (0,53) a	7,908 (1,9) b
<i>T. candida</i> SM	11,359 (4,17) ab	0,075 (0,03) b	0,018 (0,018) a	1,303 (0,37) a	12,404 (5,27) ab
<i>T. candida</i> CM	17,279 (2,89) a	0,279 (0,1) ab	0,028 (0,001) a	1,661 (0,71) a	14,598 (2,71) ab
<i>P. phaseoloides</i>	24,833 (2,70) a	2,426 (1,27) a	1,431 (1,35) a	2,380 (0,37) a	16,844 (0,29) ab

Tabela 8: Biomassa (g.m^{-2}) dos grupos funcionais nos tratamentos avaliados. As letras nas colunas mostram as diferenças significativas ao nível de 0,5% ($p < 0,05$). Os valores são as médias de três parcelas ($n=3$). Os erros-padrão da média estão representados entre parênteses.

A biomassa dos Predadores (Arachnida, Chilopoda e Pseudoescorpionida) apresentou diferença significativa entre os tratamentos (ANOVA $F=3,27$; $P < 0,05$) (Tabela 8). A Puerária foi o tratamento que apresentou a maior biomassa com $2,42 \text{ g.m}^{-2}$ e representaram cerca de 5% da biomassa total (Gráfico 7). A menor biomassa de Decompositores ocorreu na Tephrosia CM ($0,075 \text{ g.m}^{-2}$) representando menos que 1% da biomassa total neste tratamento.

Os Herbívoros (Orthoptera e Hemiptera) apresentaram a maior biomassa na Puerária com $1,43 \text{ g.m}^{-2}$ e representaram cerca de 3% da biomassa total neste tratamento. Os “outros invertebrados” (Blattaria, Diptera, Coleoptera, Gastropoda e larvas) apresentaram maior biomassa na Puerária com $2,38 \text{ g.m}^{-2}$ representando 5% do total (Gráfico 7). Tanto as biomassas dos Herbívoros quanto dos “outros invertebrados” não apresentaram diferenças significativas.

Os Engenheiros do ecossistema (Formicidae, Isoptera e Oligochaeta) apresentaram as maiores biomassas em todos os tratamentos avaliados, representando em média, cerca de 40% da biomassa total. As biomassas dos Engenheiros do solo foram significativamente diferentes entre a Floresta e a Gramínea (ANOVA $F=7,26$; $P < 0,01$), sendo que a Gramínea apresentou a

maior biomassa de Engenheiros do ecossistema com $57,0 \text{ g.m}^{-2}$ e representou quase 50% da biomassa total (Tabela 8). Na Floresta foram encontradas as menores biomassas com $3,06 \text{ g.m}^{-2}$, representando cerca de 35% do total da biomassa.

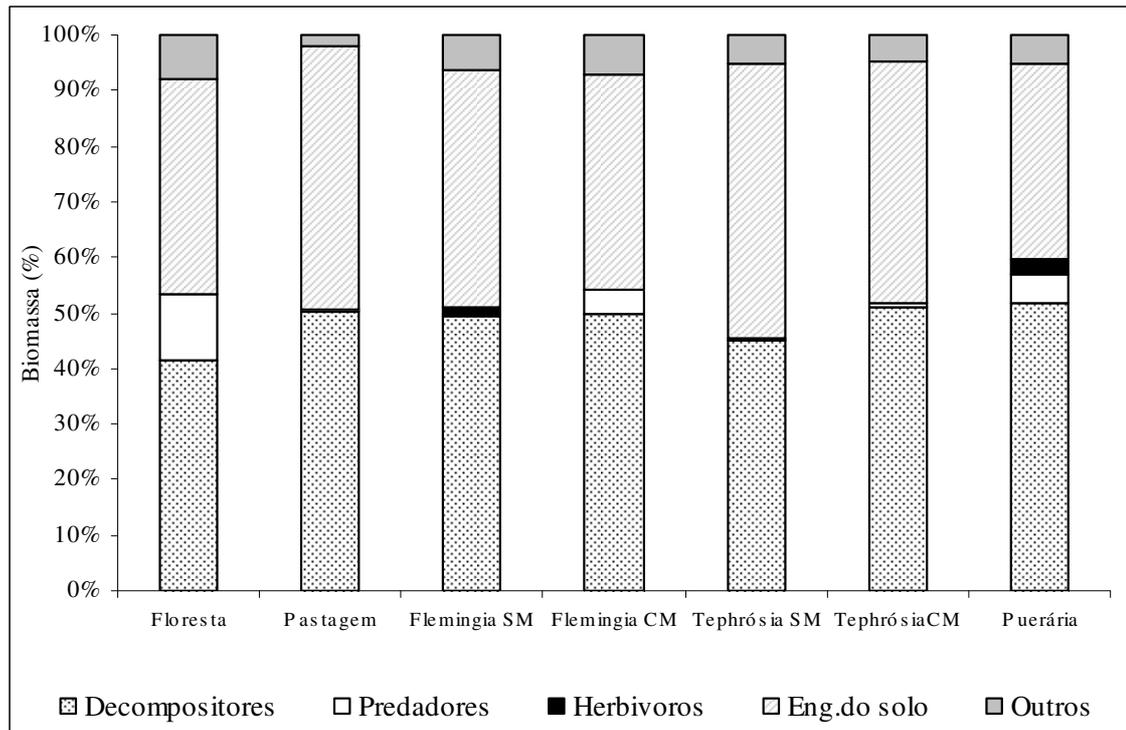


Gráfico 7: Biomassa relativa (%) dos Eng. do solo e dos outros grupos da Macrofauna da serapilheira e do solo em *F. macrophylla* CM (Flemingia CM), *F. macrophylla* SM (Flemingia SM), *T. candida* CM (Tephrosia CM), *T. candida* SM (Tephrosia SM), *P. phaseoloides* Gramínea e Floresta

3.5 Distribuição vertical da macrofauna da serapilheira e do solo

A distribuição vertical da macrofauna do solo variou entre os tratamentos avaliados. A macrofauna do solo foi predominante nas camadas mais superficiais, ou seja, na serapilheira e na camada de 0-10 cm do solo, sendo as formigas o grupo predominante (Figura 7).

Na Floresta 50% da fauna do solo foi encontrada na serapilheira e 38% na camada de 0-10 cm do solo. Barros et al (2002) em áreas de Floresta também encontraram densidades elevadas da macrofauna do solo nas camadas superficiais: 29% na serapilheira e 54% na camada de 0-10 cm do solo. Segundo Correia e Andrade (1999), mais de 50% da fauna do

solo em áreas de Floresta está relacionada à serapilheira do solo, uma vez que o principal aporte de matéria orgânica nesse sistema é proveniente da parte área.

Depois da Floresta, a Puerária foi o tratamento que apresentou a maior concentração de indivíduos na serapilheira (31%). Essa concentração na serapilheira foi influenciada principalmente pelos os indivíduos dos grupos Isopoda e Hymenoptera. Nos demais tratamentos a macrofauna do solo foi maior na camada de 0-10 cm do que na serapilheira. Isso contrasta com estudos realizados em plantações Florestais na Amazônia peruana (TAPIA-CORAL, 2004), onde mais de 50% da macrofauna do solo estava concentrada na serapilheira. Bandeira e Harada (1998) também encontraram uma maior concentração da macrofauna do solo, em plantios arbóreos de *Dipteryx odonata* e *Simaruba amara* na Amazônia Central, na serapilheira e em camadas de até 5 cm de profundidade.

Na Gramínea, apenas 7% dos macroinvertebrados foram encontrados na serapilheira, sendo que o grupo Isopoda foi mais abundante entre todos os grupos nesta camada. A Gramínea foi um dos tratamentos que apresentou maior concentração de indivíduos na camada de 0-10 cm do solo, cerca de 80% da fauna coletada, foi encontrada nesta camada. Isso é explicado pela abundancia de organismos endogeicos (cupins e minhocas), concentrados principalmente na camada de 0-10 cm do solo.

Na área de influência da Flemingia SM, 17% da macrofauna foi encontrada na serapilheira e 69% na camada de 0-10 cm do solo. Nas outras duas camadas foram encontrados 17% do macrofauna, sendo representada principalmente por cupins e formigas. Porém a distribuição da macrofauna na Flemingia CM apresentou um padrão diferente das demais áreas, a macrofauna do solo ficou concentrada nas camadas de 0-10 e 10-20 cm do solo. Na serapilheira foram encontrados apenas 17% da fauna coletada e Isopoda foi o grupo que apresentou maior densidade. Na camada de 0-10 cm foi encontrada 36% da fauna coletada na Flemingia CM e na camada de 10-20 cm também 36%. Essa maior

concentração da macrofauna nos estratos mais profundos se deu principalmente pela presença dos cupins (Figura 7).

A distribuição vertical na Tephrosia SM e Tephrosia CM apresentaram um padrão muito similar. Na Tephrosia SM apenas 6% da fauna foi encontrada na serapilheira, 55% na camada de 0-10 cm e 27% na camada de 10-20 cm do solo. Na Tephrosia CM, 12% dos macroinvertebrados foram encontrados na serapilheira. Na camada de 0-10 cm do solo também foram encontrados mais de 50% da macrofauna coletada neste tratamento. Tanto na Tephrosia CM e na Tephrosia SM, o grupo Hymenoptera foi mais abundante nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm de profundidade do solo.

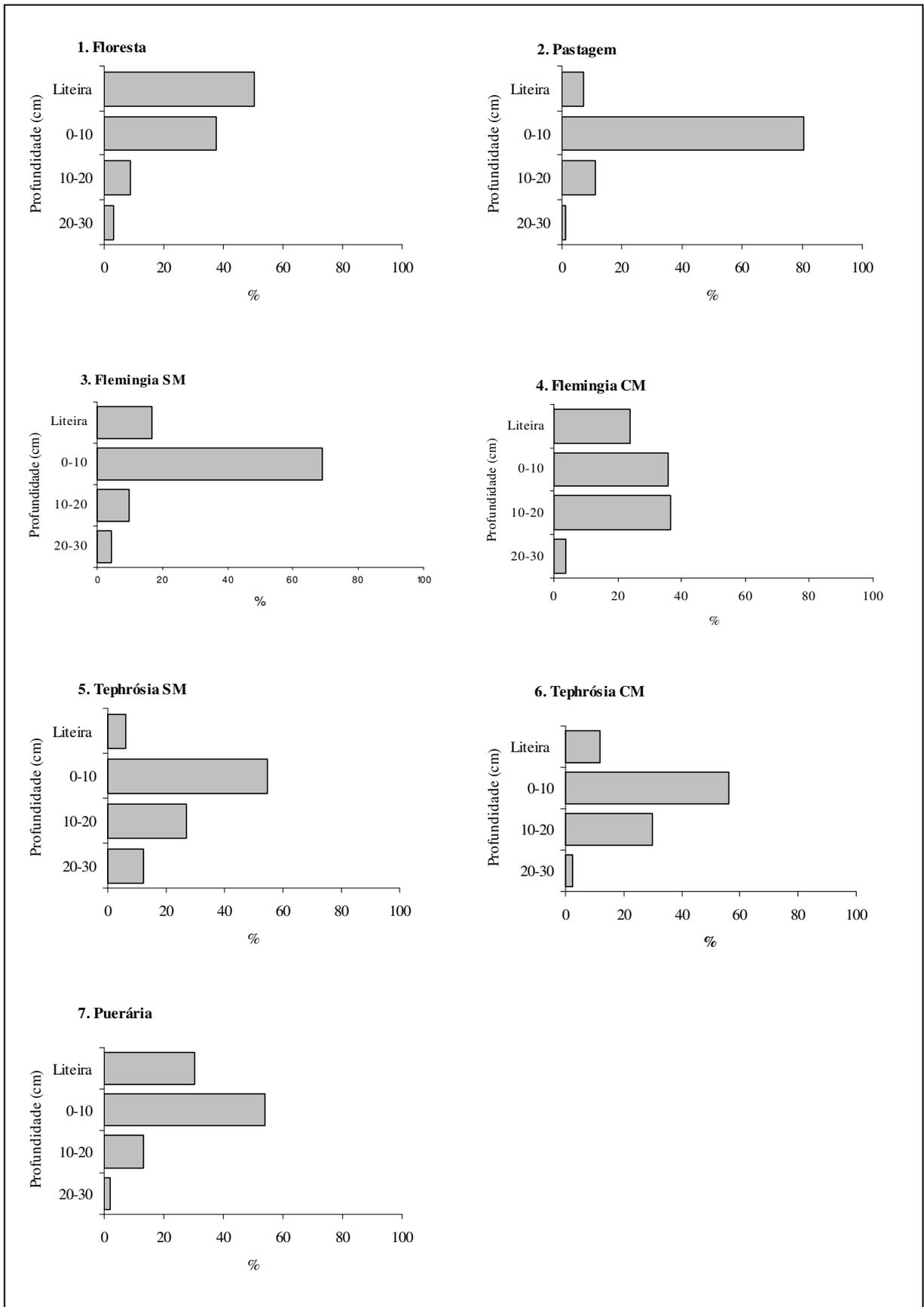


Figura 7: Distribuição Vertical da Densidade da Macrofauna do solo nos tratamentos avaliados.

3.6 Análise de Componentes Principais (PCA)

3.6.1 PCA dos nutrientes do solo

Na análise dos componentes principais (APC) foi avaliado o solo da camada de 0-10 cm de profundidade. Na APC os dois fatores extraídos, explicaram 95,6 % da variância. O fator 1 explicou 78,10 % da variância e distinguiu com maiores teores de Carbono e matéria orgânica e Nitrogênio, separando assim a Floresta dos demais tratamentos (Figura 8 e 9). O fator 2 explicou 17,54 % da variância e distinguiu solos com maiores teores de H+Al.

Atributos do solo	Fator 1 (78,10 %)	Fator 2 (17,54%)
pH	-0,851461	-0,329049
C	0,911575	-0,382618
M.O.	0,904227	-0,366942
N	0,907737	-0,399297
P	-0,725014	-0,631727
Al	0,974759	0,160615
SB	0,993721	-0,071267
Hidro+ Alum	-0,679363	-0,720681
CTC	0,952201	-0,284065

Tabela 9: Correlações entre os fatores extraídos na Análise dos Componentes Principais (PCA) dos atributos do solo.

3.6.2 PCA da densidade da macrofauna do solo

Na análise dos Componentes Principais, dois fatores explicaram 62,9 % da variância. O Fator 1 explicou 36,6 % e separou as densidades de Isoptera, Isopoda, Diplopoda de Pseudoescorpionida (Tabela 10). Assim o Fator 1 separou a Floresta dos demais tratamentos e agrupou a Puerária e Flemingia CM. O Fator 2 explicou 26,3 % da variância e separou as densidades de Diplura e Orthoptera e distinguiu a Floresta dos demais tratamentos (Figura 10 e 11).

Macrofauna do solo	Fator 1 (36,6 %)	Fator 2 (26,3 %)
Hymenoptera	-0,03	-0,65
Isoptera	0,88	-0,06
Oligochaeta	0,40	-0,28
Isopoda	0,94	0,23
Embioptera	0,59	0,51
Blattaria	0,59	0,04
Arachnida	0,59	0,64
Chilopoda	0,69	0,67
Diplopoda	0,79	-0,03
Coleoptera	0,34	-0,65
Gastropoda	0,54	-0,18
Diplura	0,18	-0,82
Orthoptera	-0,42	0,71
Pseudoescorpionida	-0,74	0,61

Tabela 10: Correlações entre os fatores extraídos na Análise dos Componentes Principais (PCA) da densidade da macrofauna do solo.

3.6.3 PCA da biomassa da macrofauna do solo

Na análise dos Componentes Principais, dois fatores explicaram 73 % da variância. O Fator 1 explicou 46,9 % e separou as biomassas de Embioptera, Hemiptera, Arachnida, Diplopoda, Diptera e Isopoda (Tabela 11). Assim o Fator 1 separou a Puerária dos demais tratamentos (Figura 12 e 13). O Fator 2 explicou 26,1 % da variância e separou as biomassas de Isoptera, Chilopoda e Coleoptera.

Biomassa da macrofauna do solo	Fator 1 (46,9 %)	Fator 2 (26,1 %)
Hymenoptera	-0,689138	0,44221
Isoptera	-0,273250	0,84890
Embioptera	-0,875108	-0,34812
Blattodea	-0,699050	-0,05975
Hemiptera	-0,951382	-0,26586
Arachnida	-0,859164	-0,43787
Oligochaeta	-0,439249	0,42567
Chilopoda	-0,017983	-0,72945
Diplopoda	-0,839345	-0,08232
Coleoptera	-0,007328	0,89976
Diptera	-0,951750	-0,23618
Isopoda	-0,870773	0,41509
Gastropoda	-0,692089	0,03365
Larvas	-0,714737	-0,12305

Tabela 11: Correlações entre os fatores extraídos na Análise dos Componentes Principais (PCA) da biomassa da macrofauna do solo.

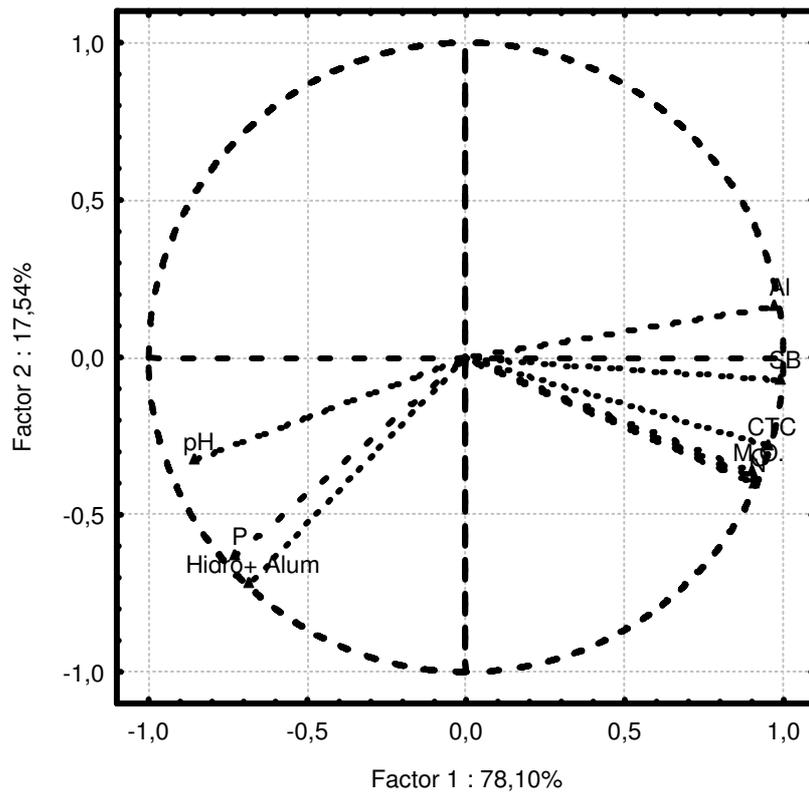


Figura 8: Correlações dos atributos do solo na camada de 0-10 cm. Fator 1 (horizontal) e Fator 2 (vertical).

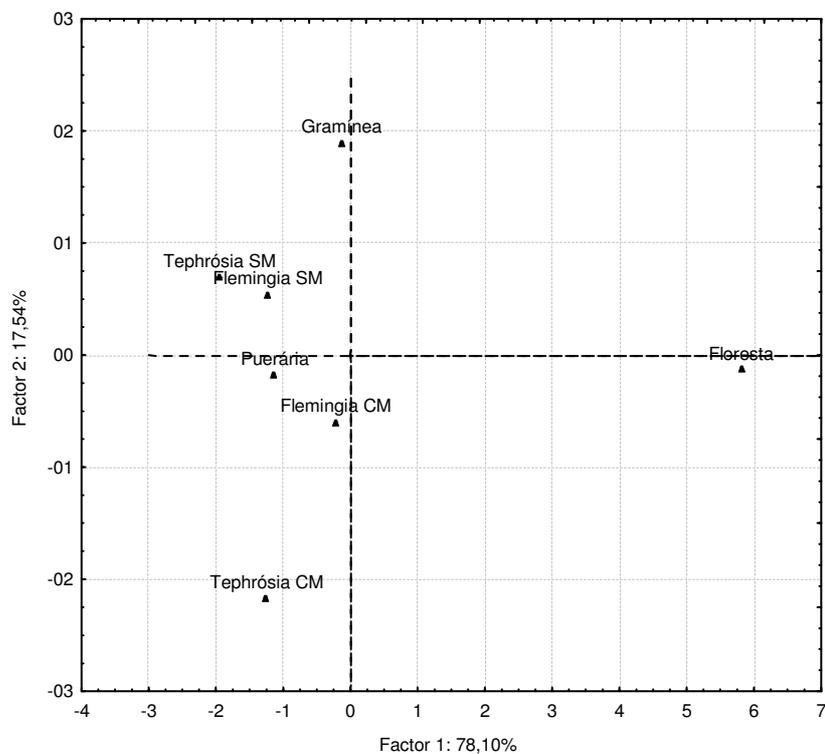


Figura 9: Distribuição dos tratamentos avaliados de acordo com os fatores 1 (horizontal) e 2 (vertical).

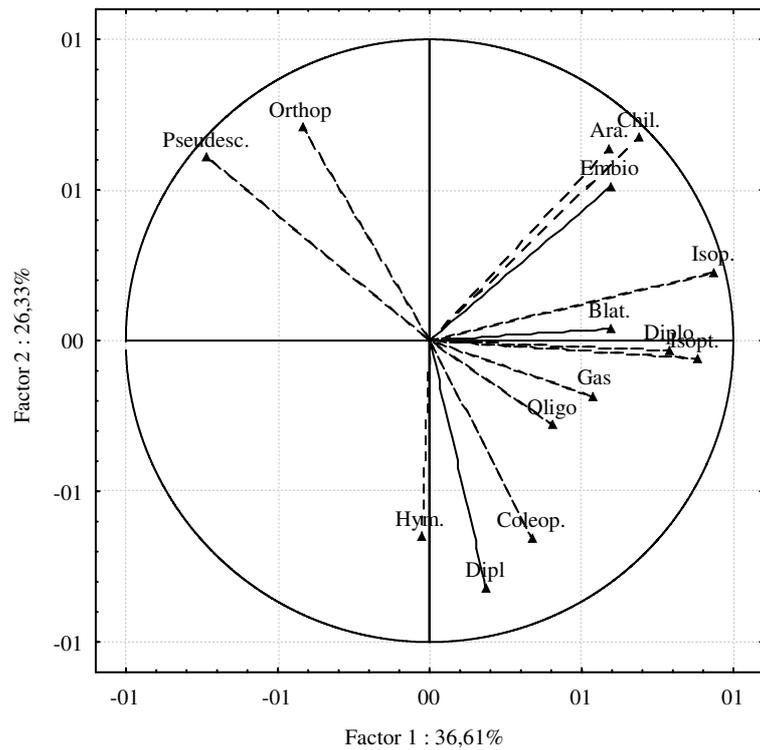


Figura 10: Correlações da densidade da macrofauna do solo, com Fator 1 (horizontal) e Fator 2 (vertical).

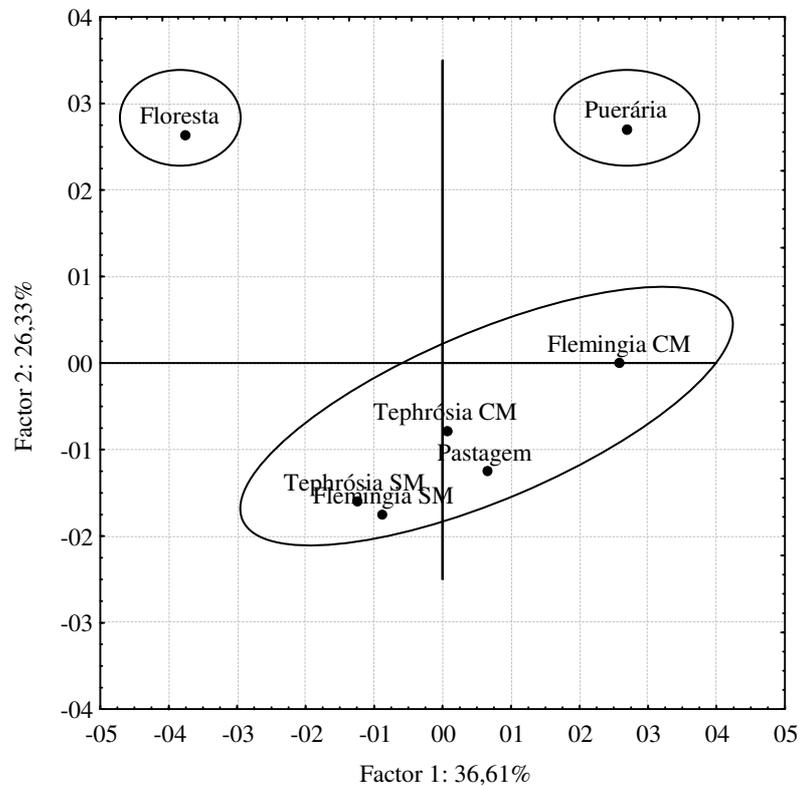


Figura 11: Distribuição dos tratamentos avaliados de acordo com os fatores 1 (horizontal) e 2 (vertical).

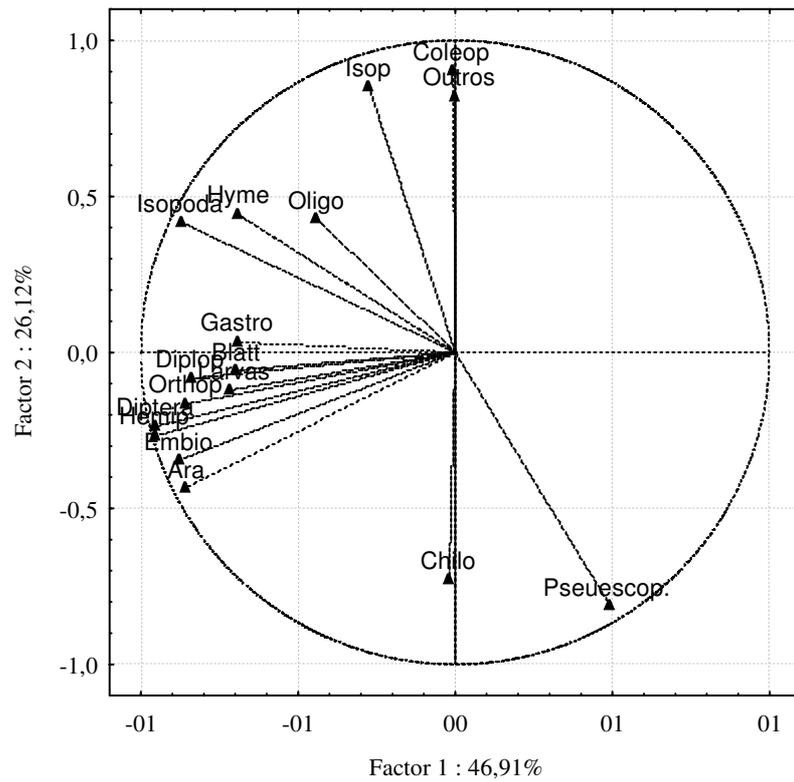


Figura 12: Correlações da biomassa da macrofauna do solo, com Fator 1 (horizontal) e Fator 2 (vertical).

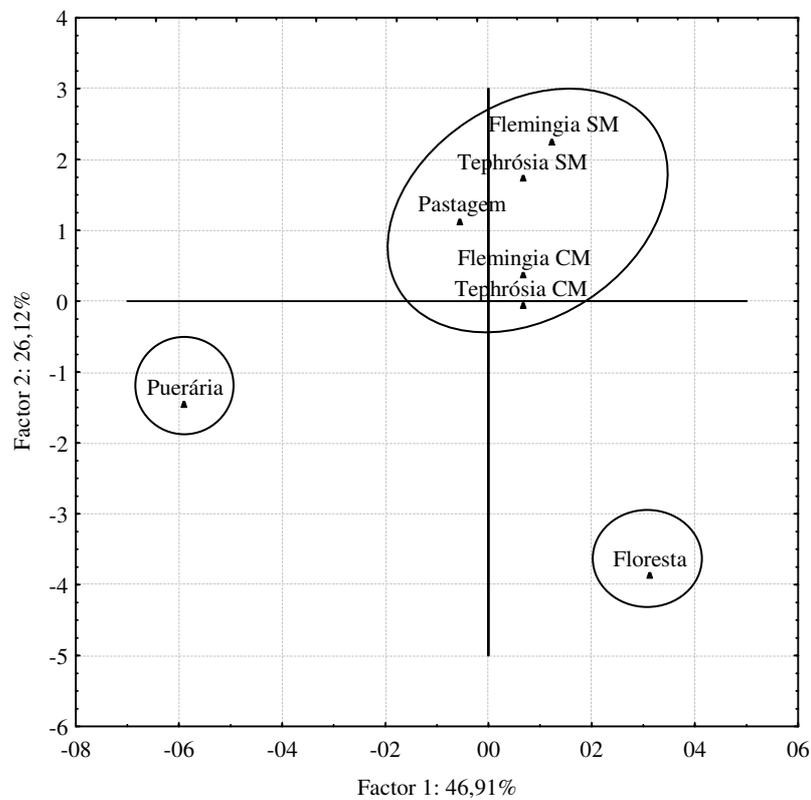


Figura 13: Distribuição dos tratamentos avaliados de acordo com os fatores 1 (horizontal) e 2 (vertical).

4.0 CONCLUSÕES

1) Foi possível observar neste estudo que o manejo do solo com uso de leguminosas, somado a utilização inicial de calcário dolomítico promoveram uma diminuição na acidez do solo com diferenças significativas em relação à Floresta na camada mais superficial.

2) Os resultados indicam que o uso de leguminosas como cobertura viva ou morta, possibilita a manutenção ou mesmo o aumento de matéria orgânica do solo, melhorando a disponibilidade de nutrientes no solo. O aporte de matéria orgânica do solo ao sistema advindo das leguminosas aumentou as concentrações de P disponível e dos cátions trocáveis (K, Ca, Mg) no solo comparativamente ao sistema natural (Floresta) e a Gramínea, mesmo nas condições de textura muito argilosa do Latossolo Amarelo álico.

3) Entre os grupos funcionais, os Engenheiros do ecossistema e os Decompositores destacaram-se como os grupos mais representativos nos sistemas de uso da terra avaliados.

4) A composição da fauna do solo é afetada pelo tipo de cobertura vegetal, apresentando ligação com os processos que ocorrem na camada serapilheira-solo, podendo ser considerada uma eficiente indicadora da qualidade do mesmo.

Os resultados indicam que a composição da fauna do solo é afetada pelo tipo de cobertura vegetal, apresentando íntima ligação com os processos que ocorrem na camada serapilheira-solo, podendo ser considerada uma eficiente indicadora da qualidade do mesmo.

5.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, P.B. e BUFARAH, G. Plantas Forrageiras. Pastagens & Leguminosas. 4 ed. São Paulo: Nobel, 162p. 1988.

ANDERSEN, R.; FUENTES, E.; GADGIL, M.; LOVEJOY, T.; MOONEY, H.; OJIMA, D.; WOODMANSEE, B. Biodiversity from communities to ecosystems. In: SOLBRIG, O., Ed. From Genes to Ecosystems: a Research Agenda for Biodiversity. IUBS/SCOPE/UNESCO, p. 73-82. 1991.

ANDERSON, J.M. Saption-temporal effects of invertebrates on soil processes. *Biology Fertility Soils* v. 6, p. 216-227. 1988.

ANDERSON, J.M. e INGRAM, J.S.I. Tropical Soil Biology and Fertility: a handbook of methods. CAB International, Wallingford, UK. 221 p. 1993.

BANDEIRA, A. G. e TORRES, M.F.P. Abundância e Distribuição de invertebrados do solo em ecossistemas da Amazônia Oriental. O papel ecológico dos cupins. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, serie Zoologia* v. 2(1), p. 13-38. 1985.

BANDEIRA, A.G.; TORRES, M.F.P. Considerações sobre a densidade, abundância e variedade de invertebrados terrestres em áreas florestais de Carajás, sudeste da Amazônia. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Zoologia*, v.4, n.2, 1988.

BANDEIRA, A.G. e HARADA, A. Y. Cupins e formigas na Amazônia. In: Val, A. L.; Figliulo, R.; Feldeberg, E. (Eds). Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia: Fatos e Perspectivas. Inpa, Manaus, v.1, p 387-395. 1991.

BANDEIRA, A.G. e HARADA, A. Y. Densidade e distribuição vertical de macroinvertebrados em solos argilosos e arenosos na Amazônia Central. *Acta Amazônica*, v. 28 (2), p. 191-204. 1998.

BARNES, O.R. *Zoologia dos Invertebrados*. 4ª ed. Pennsylvania: Roca, p. 1179. 1984.

BARROS, E. BLANCHART E. NEVES, DESJARDINS T. CHAUVEL A. LAVELLE P. Relação entre a macrofauna e agregação do solo em três sistemas na Amazônia Central. XIII congresso Latino Americano de ciência do solo. Águas de Lindóia, SP. Basil. CD ROM- Solo, Agosto, 4-8.1996.

BARROS, E.; NEVES, A.; FERNANDES, E. C. M.; WANDELLI, E.; LAVELLE, P. Soil macrofauna community of amazonian agroforestry systems. In: Jiménez F.; Beer J. (compilers). International Symposium: Multi-strata agroforestry systems with perennial crops. Turrialba, Costa Rica, CATIE / DANIDA / GTZ / ICRAF / IUFRO, p. 166 - 170. 1999.

BARROS, E.; CURMI, P.; HALLAIRE, V.; CHAUVEL, A.; LAVELLE, P. The Role of Macrofauna in the Transformation and Reversibility of Soil Structure of an Oxisol in the Process of forest to Pasture conversion. *Geoderma*, 100, p. 193-213. 2002.

BARROS, E.; PASHANASI, B.; CONSTANTINO, R.; LAVELLE, P. Effects of land-

use system on the soil macrofauna in western Brazilian Amazonian. *Biology Fertil Soil*, v. 35, p. 338-347. 2002.

BACHELIER, G. La faune des sols: son écologie et son action. Paris: ORSTOM, p 391.1978.

BECK, L. BodenzooIogische Gliederung und Charakterisierung des Amazonischen Regenwaldes. *Amazoniana*, v. 3, p. 69 - 132. 1971

BLANCHART, E.; LAVELLE, P.; BRAUDEAU, E.; LE BISSONNAIS Y & VALENTIN C. Regulation of soil structure by geophagous earthworm activities in humid savannas of Ivory Coast. *Soil Biol. Biochem.* v. 29, p. 431-439. 1997.

BORROR, DJ. & DELONG, D.M. Introdução ao Estudo dos Insetos. São Paulo, p. 653. 1969.

BRASIL, E.C. Uso eficiente de leguminosas e suas potencialidades na recuperação de áreas degradadas da Amazônia Ocidental. In: MESA REDONDA SOBRE RECUPERAÇÃO DE SOLO ATRAVÉS DO USO DE LEGUMINOSAS. Manaus, Am. Trabalho e recomendações. Belém: EMBRAPA-CPATU/GTZ, p.9-26. (EMBRAPA-CPATU, Documentos, 67). 1991.

BRUSSAARD, L; JUMA, N.G. Organisms and humus in soils. In: *Humic Substances in Terrestrial Ecosystems*. Piccolo A. (ed.), Elsevier Science B.V., p.329-359. 1996.

CANTO, A. C. Importância Ecológica do Uso de Leguminosas como Plantas de Cobertura em Guaranazais no Estado do Amazonas. Manaus: INPA/UFAM. 1989. 121f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas Agropecuárias.

CHAUVEL, A.; GRIMALDI, M.; BARROS, E.; BLANCHART, E.; SARRAZIN, M. e LAVELLE, P. Amazonian earthworm compacts more than a bulldozer. *Nature*, v. 398, p. 32-33. 1999.

COINNEAU, Y. Introduction A L'étude des Microartropodes du Sol et de Sés Anexes. 1974.

CORPOICA. *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merr: espécie multipropósito. Florência, Seccional Caquetá, v. 10, Regional p.6.1998.

CORTES-TARRA, I. L. Relações entre os grupos funcionais da macrofauna e o volume dos macro-poros do solo em Sistemas agrossilviculturais da Amazônia Central. *Inpa/Ufam*, p. 80. 2003.

CORREIA, M. E. F.; de FARIA, S. M.; CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A. Organização da comunidade de macroartrópodes edáficos em plantios de eucaliptus e leguminosas arbóreas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, Viçosa. Resumos. Viçosa: SBCS, p. 442. 1995.

CORREIA, M. E. F. OLIVEIRA, L. C. M.de. Fauna do solo: Aspectos Gerais e

Metodológicos. Seropédia: Embrapa Agrobiologia (Documentos, 112), p. 46, fev. 2000.

CORREIA, M. E. F.; LIMA, D. A.; FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; TAVARES, S. R. L. Comunidades da macrofauna do solo em áreas de floresta secundária de mata atlântica no Estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 5. Porto Alegre. Resumos. Porto Alegre: UFRGS, 2001. CD ROM.

CORREIA, M.E.F. Relações entre a diversidade da Fauna de Solo e o Processo de Decomposição e seus reflexos sobre a estabilidade dos Ecossistemas. Seropédia: Embrapa Agrobiologia (Embrapa Agrobiologia, Documentos, 156), p. 33, dez. 2002.

CUNHA, H.F. DINIZ - FILHO, J.A.F.; BRANDÃO, D. Distribuição de abundância e tamanho do corpo de invertebrados do folhiço em uma floresta de terra firme na Amazônia Central. Revista Brasileira de Entomologia, v. 47(1), p. 59-62. 2003.

DECAENS, T.; LAVELLE, P.; JIMENEZ JAEN, J. J.; ESCOBAR, G.; RIPPSTEIN, G. Impact of land management on soil macrofauna in the Oriental Llanos of Colombia. Eur. L. Soil Biol., v. 30(4), p. 157-158. 1994.

DINDAL, D. L. Soil Biology Guide. John Wiley e Sons. New York, p. 1349. 1990.

EDWARDS, C. A. Macroarthropods. In: Dickinson, D. H. e Pugh, G. J. F. (Eds). Biology of Plant Litter decomposition. Academic Press. London, v. 1, p. 188-195. 1974.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê (Manaus, AM). Práticas de manejo e conservação em Latossolo Amarelo e Podzólico Vermelho-Amarelo Plíntico. Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa de Seringueira e Dendê, Manaus, 1983/1984.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1), p. 212. 1997.

FITTKAU, E. KLINGE, H. On biomass and trophic structure of the Central Amazonian rain forest. Biotropica, v. 5 (1), p. 2-14. 1973.

FOWLER, H. G. Provas de melhoria ambiental. Ciência Hoje, Rio de Janeiro, v.24, p. 69-71. 1998.

GOMES, T. C. de A.; MORAES, R.N.de S. Recomendações para o plantio de espécies leguminosas para o manejo de solos no Acre. CPAF-Acre, v. 77, p. 1 – 3, dez. 1997. (Comunicado técnico).

GONÇALVES, C. A.; COSTA, N. L.; OLIVEIRA, J. R. C Avaliação de Gramíneas e leguminosas forrageiras consorciadas em Rondônia. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, v.45, p. 20-21. 1992.

GOSZ, J. R. LIKENS, G. E. BORMANN, F. H. Organic matter and nutrient dynamics of the forest floor in the Hubbard Brook Forest. Oecologia, v. 22, p. 305-320. 1976.

HARADA, A. Y. & BANDEIRA, A. G. Estratificação e densidade de invertebrados

em solo arenoso sob Floresta primaria e plantios arbóreos na Amazônia Central durante a estação seca. *Acta Amazônica*, v. 24(1/2), p. 103-118. 1994.

HÖFER, H., MARTIUS, C., HANAGARTH, W., GARCIA, M., FRANKLIN, E., RÖMBKE, J., BECK, L. Soil fauna and litter decomposition in primary and secondary forests and a mixed culture system in Amazonia, Final report of SHIFT project ENV 52, Bonn (BMBF), p. 299. 2000.

HOFER, H.; HANAGARTH, W.; GARCIA, M.; MARTIUS, C.; FRANKILIN, E. N.; ROMBKE, J.; BECK, L. Structure and function of soil fauna communities in Amazonian antropogenic and natural ecosystems. *Eur. J. Soil Boil.*, v. 37, p. 1-7. 2001.

JONES, C. G.; LAWTON, J. H.; SHACHAK, M. Organisms as ecosystems engines. *Oikos*, Copenhagen, v. 69, p. 373-386, 1994.

KURZATKOWSKI, D. C.; MARTIUS, H.; HOEFER.; M. GARCIA; B. FÖRSTER, L. BECK; P. VLEK. Litter decomposition, microbial biomass and activity of soil organisms in three agroforestry sites in central Amazonia. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v. 69, p. 257-267. 2004.

LAVELLE, P. Assessing the abundance and role of invertebrate communities in tropical soils: Aims and methods. In: Ghabbour, S. I. e Davis, R. C. *Revue Sool. Afr-J.* (Eds). *Proceedings of the Seminar on Resources of Soil Fauna in Egypt and Africa.*, Cairo, v.102, p. 275-283. 1986.

LAVELLE, P. Earthworm activities and the soil system. *Biol Fertil Soils*, v.6, p. 237-251. 1988.

LAVELLE, P.; PASHANASI, B. Soil macrofauna and land management in Peruvian Amazonia (Yurimaguas, Loreto). *Pedobiologia*, Jena, v.33, p.283-289. 1989.

LAVELLE, P.; BLANCHART, E.; MARTIN, A.; SPAIN, A.V.; MARTIN S. Impact of soil. fauna an the properties af soi's in the humid tropics. In: Lal, R.; Sanchez, P.A. (eds) *Myths and science of soils of the tropics*. Soil Science Society of America, Madison, SSSA Special Publication, v. 29, p. 157-185. 1992.

LAVELLE, P.; DANGERFIELD, M.; FRAGOSO, C.; ESCHENBRENNER, V.; LOPEZHERNANDEZ, D.; PASHANASI, B.; BRUSSARD, L. The relationship between soilmacrofauna and tropical soil fertility. In: WOOMER, P.L.; SWIFT, M.J., eds. *The Biological Management of Tropical Soil Fertility*. New York: Wiley-Sayce Publication, p.137-169. 1994.

LAVELLE, P.; LATTAUD, C.; TRIGO, D. e BAROIS, I. Mutualism and biodiversity in soils. *Plant and Soil*, v. 170, p. 23-33. 1995.

LAVELLE, P. Diversity of soil fauna and ecosystem function. *Biology International*, Paris, v.33, p.3-16. 1996.

LAVELLE, P. Faunal activities and soil processes: Adaptive strategies that determine ecosystem function. *Adv. Ecol. Res.*, v.27, p. 93-132. 1997.

LEE, K. E. Earthworms: Their Ecology and Relationships with Soils and Land Use. Sydney Academic Press, 411 p. 1985.

LUIZÃO, F. J. e SCHUBART, H. O. R. Litter production and decomposition in terra firme forest of Central Amazonian. *Experientia*, v. 43, p. 259-265. 1987.

LEITÃO P.S.; LEOPOLDO, B. T.; BRIENZA JR., S.; ROLF, S. Soil fauna activity in natural and improved secondary vegetation (Capoeira). In: *Proceedings of the Third SHIFT-Workshop Manaus, AM*, p. 145-149. 1998.

LOBRY DE BRUYN, L. A. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Amsterdam, v. 74, p. 425-441. 1999.

LUIZAO, F.J. Ecological Studies in contrasting Forest Types in Central Amazonia. Ph. D. thesis University of Stirling, UK. p. 288. 1995.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba : Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 319p. 1997.

MOORE, J. C.; HUNT, H. W. Arthropod regulation of micro and mesobiota in below-ground detrital food webs. *An. Ver. Entomol.*, v.33, p. 419-439. 1988.

MUCHMORE, W. B. Terrestrial Isopoda. In: Dindal, D. L. (Ed). *Soil Biology Guide*. p. 805-817. 1990.

NASCIMENTO, A. R. L.; BARROS, E. Macrofauna do solo em sistemas agroflorestais do Projeto RECA (RO). In: *IV Agroforestry System Brazilian Symposium*. Ilhéus (BA). CD-ROM.

OADES, J.M. The role of biology in the formation, stabilization and degradation of soil structure. *Geoderma*, v. 56, p. 377-400. 1993.

OSTERROHT Von, M. O que é adubação verde: princípios e ações. In: *Agroecologia Hoje*, p. 9-11. Ano II, n.14. maio/junho de 2002.

PARTON, W.J.; SANFORD, R.L.; SANCHEZ, P.A. e STEWART, J.W.B. In: *Dynamics of Soil Organic Matter in Tropical Ecosystems*. Distributed by University of Hawaii, p. 69-96. 1989.

REINERT, D.J. Recuperação de solos em sistemas agropastoris. In: Dias, L.E.; Vargas, J.W.M. (eds) *Recuperação de áreas degradadas*. Soc. Bras. Recup. de Áreas Degradadas, Viçosa, p.163-176. 1998.

RODRIGUES, T.E.; REIS, R.S. dos; MORIKAWA, I.K.; FALESI, I.C.; SILVA, B.N.R. da. Levantamento detalhado dos solos IPEAA Oc. Manaus: IPEAAOc, 64p. (Boletim técnico, 1). 1972.

RODRIGUES, M. R. L., SEIXAS, R. M. A., GARCIA, T. P., HÖFER, H. Uso e manejo de leguminosas em agoeossistemas na Amazônia Central. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29. Ribeirão Preto – São Paulo. 2003.

ROSS, S.M.; LUIZÃO, F.J.; LUIZÃO, R.C.C. Soil conditions and soil biology in different habitats across a forest-savanna boundary on Maracá Island, Roraima, Brazil. En: FURLEY, P.A.; PROCTOR, J; RATTER, J.A. (ed.). *Nature and Dynamics of Forest-Savanna Boundaries*. London: Chapman & Hall, p. 145-170. 1992.

SOUZA, S. G. A.; MATOS, J. C. S.; WANDELLI, E.V.; PERIN, R.; FERNANDES, E. C. M. Concentração e acúmulo de macronutrientes em plantas invasoras em sistemas agroflorestais. Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, XXII , Anais. Manaus, p. 638-639, 193-234. 1996

SOUZA, D.M. G. de e LOBATO, E. In: Cerrado: correção do solo e adubação. Planaltina- DF: Embrapa Cerrados, p 416. 2002.

SILVA, J. A. A.; VITTI, G.C.; STUCHI, E. S. Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranja-Pêra'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol.24, no.1, p.225-230. 2002.

STORK, N. E. & EGGLETON, P. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. *Amer. Jour. Altern. Agricul.*, v. 7, p. 38-47. 1992.

SWFIT, M.J., HEAL, O.W. ANDERSON, J. M. *Decomposition in terrestrial Ecosystems*. Studies in Ecology5. University of California Press, Berkeley. 1979.

TAKEDA, H. Templates for the organization of collembolan communities. In: Edwards, C. A. et al (Eds). *Structure and function of soil communities*. Kyoto University Press, p.5-20. 1995.

TAPIA-CORAL, S.C. Macrofauna da serapilheira em sistemas agroflorestais implantados em áreas de pastagens abandonadas na Amazônia Central. 1998. 98 f. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas, Inpa.

TAPIA-CORAL, S.; LUIZÃO, F. & WANDELLI, E.V. Macrofauna da serapilheira em sistemas agroflorestais sobre pastagens abandonadas na Amazônia Central. *Acta Amazônica*, v. 29(3), p. 477-495. 1999.

TAPIA-CORAL, S.C. Macro-invertebrados do solo e estoques de carbono e nutrientes em diferentes tipos de vegetação de terra firme na Amazônia Peruana. 2004. 120 f. Tese de Doutorado no programa de Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais, Inpa/Ufam.

TIAN, G.; BRUSSAARD, L; KANG, B.T.; SWIFT, M.J. Soil fauna-mediated decomposition of plant residues under constrained environmental and residue quality conditions. In: Cadisch, G. Giller K.E. (Eds). *Driven by Nature: Plant Litter Quality and Decomposition*. CAB International, p. 125-134. 1997b.

TISDALE, S. L.; HAVLIN, J. L.; BEATON, J. D.; NELSON, W. L. Soil Fertility and Fertilizers: an introduction to nutrient management, p.449.1999.

TOWNSEND, C.R.; COSTA, N.L.; PEREIRA, R.G.A.; MAGALHÃES, J.A. Métodos de plantio e densidades de semeadura no estabelecimento de leguminosas em pastagens degradadas na Amazônia Ocidental. Porto Velho: Embrapa Rondônia. Comunicado Técnico, v. 175, p. 5. 1999.

WARDLE, D.A. Impacts of disturbance on detritus food webs in agro-ecosystems of contrasting tillage and weed management practices. *Advances in Ecological Research*, New York, v. 26, p. 105-185. 1995.

WARDLE, D.A. & LAVELLE, P. Linkages between soil biota, plant litter quality and decomposition. In: Cadisch, G. Giller K.E. (Eds). *Driven by Nature: Plant Litter Quality and Decomposition*. CAB International, p. 107-124. 1997.