



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

NORTON POLO BENITO

**DIVERSIDADE DA MACROFAUNA INVERTEBRADA DO  
SOLO EM ÁREAS AGRÍCOLAS DE JAGUAPITÃ - PR.**

LONDRINA  
2005

---

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

NORTON POLO BENITO

**DIVERSIDADE DA MACROFAUNA INVERTEBRADA DO  
SOLO EM ÁREAS AGRÍCOLAS DE JAGUAPITÃ - PR.**

Tese apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Agronomia, da  
Universidade Estadual de Londrina.

Orientador: Prof. Dr. Amarildo Pasini

LONDRINA  
2005

NORTON POLO BENITO

**DIVERSIDADE DA MACROFAUNA INVERTEBRADA DO SOLO EM ÁREAS  
AGRÍCOLAS DE JAGUAPITÃ – PR.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Agronomia, da  
Universidade Estadual de Londrina.

Aprovada em: dezembro/2005

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Ayres de Oliveira Menezes Jr	UEL
Prof. Dr. Maurício Ursi Ventura	UEL
Dra. Lenita Jacob Oliveira	EMBRAPA
Dr. George Gardner Brown	EMBRAPA
Dr. Pedro Manuel Oliveira Janeiro Neves (suplente)	UEL
Dr. Thibaud Decaëns (suplente)	IRD

---

Prof. Dr. Amarildo Pasini  
Orientador  
Universidade Estadual de Londrina

Universidade Estadual de Londrina  
Centro de Ciências Agrárias  
Departamento de Agronomia  
Doutorado em Agronomia

Diversidade da macrofauna invertebrada do solo em  
áreas agrícolas de Jaguapitã - PR.

Tese apresentada como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Agronomia, no Curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina – Área de concentração em Entomologia.

Norton Polo Benito

Orientador: Dr. Amarildo Pasini

Londrina – Paraná  
Dezembro/2005

Diversidade da macrofauna invertebrada do solo em áreas  
agrícolas de Jaguapitã - PR.

Norton Polo Benito

Comissão Julgadora:

Dr. Ayres de Oliveira Menezes Jr

Dr. Maurício Ursi Ventura

Dra. Lenita Jacob Oliveira

Dr. George Gardner Brown

Dr. Amarildo Pasini  
Orientador

Suplentes:

Dr. Pedro Manuel Oliveira Janeiro Neves

Dr. Thibaud Decaëns

Dedico

A todos aqueles que fazem ciência, acadêmicos ou não, que pesquisam, questionam e sonham.

Virtudes? Que virtudes?  
Aqueles que esmagam, esganam e sufocam?  
Como raízes explorando o solo  
Sobrepondo outras raízes.  
Galhos crescendo cada centímetro em busca de um raio de sol  
Na copa, explodindo em esplendor  
Frutífero, sementes ao chão  
Um futuro que germina, vencerão.  
Assim foi se formando  
Uma floresta densa, tão cheia de vida  
Às vezes alegre, às vezes triste  
Havia pássaros cantando  
Animais brincando, crescendo, morrendo.  
Eles se comiam!  
E as coisas equilibradas, permaneciam.  
Havia dia e havia noite,  
vida de dia e vida de noite!  
Onde andava o bem e mal?  
Tudo dependia de quem pisava no chão.  
Ah, eu fui uma floresta!!!  
É, eu fui.  
Um dia veio o homem,  
e derrubou!

E. Talbati

## Agradecimentos

A toda minha grande família, sempre.

Ao Doutor Amarildo Pasini, que sempre me incentivou, abrindo muitas portas e permitindo que eu desenvolvesse estes trabalhos; e por tudo que me ensinou.

Ao funcionário Davi C. Tramontina, um cientista por excelência, e um grande amigo.

A Daiane Heloísa Nunes, que teve paciência para me agüentar tanto nas coletas de campo como nos trabalhos no lab.

As minhas amigas Carolina Alcover e Patrícia Moreira Marques e ao meu amigo Wagner M. Bera.

As meninas que me ajudaram na lupa, identificando a macrofauna, a Vanesca, Sabrina e a Priscila

Ao pesquisador George Gardner Brown pelo conhecimento transmitido e pelo apoio ao trabalho.

A professora Inês.

A professora Maria de Fátima Guimarães.

Ao pesquisador Michel Brossard.

A Dalva e a Graciane, pela paciência que tiveram comigo nestes anos.

Aos funcionários da fazenda escola da UEL e da Embrapa soja.

As meninas que realizaram a triagem da macrofauna.

Aos funcionários do departamento de agronomia e da secretaria do centro, pela atenção prestada.

Aos professores Pedro, Maurício e Ayres, do laboratório de entomologia.

Aos professores do departamento de agronomia.

A todo pessoal do Laboratório de Entomologia, pelas conversas, discussões e por tudo que aprendi com vocês - é tanta gente que passou nesse laboratório neste "curto período de tempo" que estive aí... Valeu pessoal!!!

Aos colegas do curso de Pós-graduação.

A todos os amigos da UEL.

Ao pessoal do futebol de salão.

A EMBRAPA e a UEL pelo auxílio financeiro e logístico.

A Capes, pelo auxílio financeiro.

# Sumário

Resumo da tese .....	ix
Abstract .....	xi
Prefácio .....	xiii
<b>Parte 1. Introdução e Revisão de Literatura</b>	
Introdução e Revisão .....	2
Referências Bibliográficas .....	20
<b>Parte 2. Macrofauna invertebrada do solo em pastagens de Jaguapitã - Pr.</b>	
Resumo .....	33
Abstract .....	34
Introdução .....	35
Material e Métodos .....	36
Resultados e Discussão .....	40
Referências Bibliográficas .....	45
Tabelas .....	48
<b>Parte 3. Riqueza de espécies da macrofauna invertebrada do solo em áreas agrícolas de Jaguapitã-Pr.</b>	
Resumo .....	55
Abstract .....	56
Introdução .....	57
Material e Métodos .....	58
Resultados .....	61
Discussão .....	63
Referências Bibliográficas .....	67
Tabelas .....	71

**Parte 4. Conclusões**

Conclusões ..... 86

**Parte 5. Mapas, Fotos e Figuras**

Mapas, Fotos e Figuras ..... 88

## Diversidade da macrofauna invertebrada do solo em áreas agrícolas de Jaguapitã - PR.

### Resumo

A macrofauna do solo interage com a estrutura física e química do solo, interferindo na sua conservação e fertilidade. Conhecer a diversidade de espécies desta fauna e o seu papel no solo poderá ajudar a entender os processos de cultivo e manejo agrícolas que interferem positivamente ou negativamente na conservação do ambiente. Um dos primeiros passos para conhecer a relação macrofauna x ambiente é realizar um levantamento das espécies (morfoespécies) que existem em cada sistema agrícola observando sua diversidade e dinâmica. O objetivo deste trabalho foi conhecer as morfoespécies da macrofauna invertebrada do solo em diferentes ambientes agrícolas do município de Jaguapitã - PR. As coletas foram feitas no município de Jaguapitã, região norte do Estado do Paraná, em Latossolo Vermelho textura arenosa (arenito), situado à latitude de 23°00'S, longitude de 51°30'O, em dois períodos (chuvas e seca), nos anos de 2001, 2002 e 2004. A amostragem consistiu na retirada de monólitos, variando de cinco monólitos até 25 monólitos em cada área (25 x 25cm). Foi analisado o processo de recuperação de pastagens utilizado por agricultores, sendo amostradas 13 áreas. Quatro áreas de pastagens em 2001/2002 e dez sistemas em 2004, sendo, 9 no período de chuva e 9 no seco: 3 pastagens em processo de renovação e 3 degradadas, 2 áreas cultivadas com soja (*Glycine max*) sob plantio convencional e 2 com cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.). A macrofauna foi separada em grandes grupos e depois separada em morfoespécies. O cálculo de índices de diversidade com grandes grupos taxonômicos para os dados de 2001/2002 não mostraram valores condizentes com a riqueza encontrada, havendo uma queda do índice quando as populações eram altas, devido à

abundância de alguns grupos que tem papel importante nos sistemas (térmitas e formigas). Nas coletas de 2004 foram encontradas 188 morfoespécies no verão e 249 no inverno. Em Jaguapitã, a riqueza de espécies na paisagem foi maior que nas áreas individuais, pela presença de muitas espécies exclusivas. Coleoptera, Hymenoptera e Araneae foram os grupos que mais apresentaram morfoespécies no verão e no inverno. Na época seca o número de espécies de Hemiptera também foi alto. Em geral, as similaridades entre as áreas agrícolas ficaram entre 15% e 55%. O número de espécies compartilhadas por todas as áreas foi de 2 e 3, no período de chuva e seca, respectivamente. A manutenção do ambiente diversificado, com diferentes ecossistemas e usos do solo, aumenta a riqueza de espécies da macrofauna, devido as diferentes espécies encontradas para cada área agrícola que a compõe, porém o tamanho e distribuição das áreas não favoreceram a troca de espécies (interação dos sistemas) mostrada pela pequena similaridade entre as áreas.

Palavras-chave: pastagem, similaridade, morfoespécies, manejo.

# Soil macrofauna diversity in the landscape, Jaguapitã – PR

## Abstract

Soil invertebrate macrofauna interacts with physical and chemical soil structure, intervening with its conservation and fertility. Species diversity's knowledge of this macrofauna and its function in soil will be able to help to understand the agricultural processes, soil management and environment conservation. Initially to know the relation macrofauna x environment is to carry through a survey of the species in each agricultural system, observing the diversity and species dynamics, being this the work objective. The samplings were taken in Jaguapitã, Paraná - Brazil, in Red Latossol sandy texture (sandstone), latitude 23°00'S, longitude of 51°30'O, in two periods (rains and dry), in the years of 2001, 2002 and 2004. At each site monoliths were taken, varying of 5 monoliths of 25x25x30 cm up to 20 monoliths of 25x25x10 cm. Thirteen agricultural areas were sampling: 5 recovered pastures, 4 degraded pastures, 2 soybean (*Glycine max*) and 2 sugar cane (*Saccharum sp.*). The macrofauna was separate in great groups and later separate in species. The diversity index of macrofauna groups (taxa) shown a fall of the index value when the density populations were high, due to abundance of some groups (termites and ants). In summer and winter, 188 and 249 species, respectively, had been found. In Jaguapitã, species richness in the landscape was greater that in the individual areas, due the presence of many exclusive species. Coleoptera, Hymenoptera and Araneae had been the groups that had more presented species in the summer and in the winter. In dry period the species number of Hemiptera also was high. The similarity between the agricultural areas had not been higher that 55% and minors who 15%. The species number present in all the areas was of 2 and 3, rain and dry period, respectively. The diversity maintenance in the landscape depend of

different ecosystems and land uses that increases the richness species, however, the size and distribution of the areas had not favored the exchange of species (interaction of the systems) shown by small similarity between areas.

Word-key: pasture, similarity, species, soil management.

## **Prefácio**

A colonização da região de Jaguapitã-PR, localizada na região do Norte Novo, começou na década de 30, envolvendo caboclos, descendentes da miscigenação de portugueses, escravos e índios, muitos vindo do interior do Estado de São Paulo após a falência das lavouras de café em 1929. Em Jaguapitã e Guaraci estes colonos enfrentaram descasos governamentais para colonização, pois se tratavam de terras devolutas do estado que eram concedidas para empresas colonizadoras como a CTNP (Companhia de Terras Norte do Paraná) entre outras, surgindo daí conflitos pela posse da terra. Marcada pela presença de pequenos agricultores, que cultivavam plantações de subsistência (feijão, arroz, milho, algodão), esta região era considerada de solo mais "pobre" (fertilidade natural mais baixa), porém, com a derrubada da floresta, troncos de grandes árvores não eram retirados, decompondo-se lentamente, mantendo certa fertilidade do solo nestas áreas (BOUSQUET; HOLVECK, 1999; STECA; FLORES, 2002).

Das lavouras de subsistência, surgiram plantações de café nas décadas de 40 e 50, até o seu colapso entre fim da década de 60 e começo da de 70. As áreas tornaram-se pastagens, para criação extensiva de gado. Muitos lotes de terra eram pequenos ocupando faixas que chegavam até a fonte de água, riachos e ribeirões. Mesmo havendo leis de preservação (10% da propriedade na época), poucas árvores foram poupadas (BOUSQUET; HOLVECK, 1999).

Após 70 anos de exploração, restam hoje poucas áreas de mata preservada, alguns cafezais e muitas pastagens de baixa produtividade, além da introdução de novas culturas como a cana-de-açúcar e soja. A renovação de áreas de pastagens, para a criação de gado leiteiro (principalmente) também vem ocorrendo com maior frequência.

A criação de cooperativas e associações de agricultores tem forte peso na economia e atitude dos produtores. A criação de frangos para o abate industrial mostra-se uma fonte de renda extra para os pequenos e médios agricultores que fazem parte destas associações. E alguns pequenos e médios produtores discutem e preocupam-se com a recuperação de matas ciliares, tanto pela pressão governamental como pela percepção dos danos causados a propriedade em relação aos recursos d'água.

Apresentada esta situação da paisagem agrícola de Jaguapitã, suas culturas, manejos e histórico, surgem perguntas de como a macrofauna poderia ser avaliada neste ambiente.

Como a macrofauna invertebrada responde a ação antrópica, depois de 70 anos de um intenso uso do solo, muitas vezes exploratório e sem a preservação dos recursos?

A pequena quantidade de áreas preservadas com matas e o intenso uso do solo, sem práticas de conservação e a baixa incorporação de adubos químicos e orgânicos para a manutenção da fertilidade pode ter levado a diminuição ou desaparecimento de muitas espécies de macroinvertebrados do solo. Além disso, a utilização de culturas perenes como café e pastagens com pouco revolvimento do solo podem criar condições para que poucas espécies se adaptem.

Será que as áreas cultivadas podem recuperar-se em diversidade? Ou, será que a ambiente pode recuperar-se em diversidade?

Muitas espécies já podem ter sido extintas ou desaparecido das áreas agrícolas de Jaguapitã, não podendo ser recuperadas, assim, a riqueza e a diversidade natural das áreas dificilmente poderão ser avaliadas ou mensuradas e conseqüente os sistemas agrícolas que servirão como referência serão os há mais tempo sem interferência do homem, ou seja, as pastagens antigas.

Maiores danos com insetos/pragas podem ser evitados?

A busca para o controle de pragas está ligada a um maior equilíbrio entre as populações existentes no ambiente, porém a quantidade de perturbação ocorrida no meio e sua resiliência determinarão o poder dos métodos de controle sobre as pragas.

Uma área ou ambiente pode ser compreendida através de elementos das suas diversidades estrutural, funcional e composicional (DUELLI; OBRIST, 2003). Neste sentido, estudar a riqueza e diversidade da macrofauna invertebrada do solo pode indicar caminhos e apresentar algumas informações que ajudarão entender e planejar a ação do homem sobre o meio ambiente.

# Parte 1

Introdução e Revisão de Literatura

## 1. Introdução

"Mas não tardou muito para que os insetos e outras pragas respondessem à fúria exterminadora dos erradicadores. Populações resistentes aos praguicidas surgiram em vários países, generalizando-se, posteriormente, por todos os continentes. Um fato esquecido pelos erradicadores de pragas foi que os insetos estão neste mundo há cerca de 400 milhões de anos e o homem (Homo) há apenas 2 milhões. Houve assim, 398 milhões de anos de vantagem para esses animais se adaptarem com muito maior adequabilidade às condições adversas do meio. Os praguicidas evidenciaram a grande plasticidade das populações de pragas para responderem a um fator extrínseco novo a ameaçar-lhes a sobrevivência como espécies, assim como mostraram a atuação ininterrupta dos processos de seleção e de evolução" (PASCHOAL, 1979).

No final da década de 70 e começo da década de 80, eram reconhecidas mais de 300 "importantes espécies" (consideradas pragas) resistentes aos clorados, organofosforados, carbamatos e a alguns produtos inorgânicos (PASCHOAL, 1979). Porém, para estas espécies resistentes, quantas não resistiram ao processo de seleção imposto pelo homem? Quantas espécies de uma determinada cadeia ecológica não foram extintas direta ou indiretamente?

A vantagem dos indicadores biológicos em relação a outros indicadores consiste na determinação precoce de alterações negativas aos ecossistemas, já que os organismos vivos respondem rapidamente e de forma mais acentuada a processos de degradação (BRUSSAARD, 1998).

A utilização de artrópodes para conhecer o andamento de um processo de restauração ou de cultivo de uma área tem muitas vantagens. Um curto tempo entre gerações torna-os ideais para traçar mudanças anuais em uma área, enquanto o pequeno tamanho destes animais os fazem eficientes monitores de sutis e importantes variações

que podem influenciar a qualidade de um habitat. Eles ocupam uma grande diversidade de nichos, muitos papéis ecológicos, grande variação no tamanho do corpo, diferentes formas de disseminação da população e taxas de crescimento (MCGEOCH et al., 2002).

Neste sentido, a macrofauna, poderia ser usada como bioindicadora ambiental, devido às suas características biológicas inerentes, como sua baixa capacidade de dispersão e sua grande susceptibilidade a mudanças no tipo de vegetação, à contaminação, à perturbação do solo e a outras mudanças físicas, químicas ou biológicas nos ecossistemas (PAOLETTI, 1999a).

Os problemas encontrados para a utilização destes organismos como bioindicadores estão na pequena base de dados para comparar informações, poucos especialistas na taxonomia de artrópodes, falta de informação da biologia e comportamento de muitas espécies e limitado conhecimentos sobre a relação das comunidades de artrópodes com vertebrados e plantas (MCGEOCH et al., 2002).

Apesar de ser unânime a opinião dos que trabalham com taxonomia de invertebrados terrestres no Brasil que o conhecimento sobre este grupo é claramente insuficiente, a soma de informações certamente indica um panorama nada desprezível. O levantamento e estudo das populações de invertebrados nos diferentes ambientes existentes são vitais para a conservação da biodiversidade e para a elaboração de manejos agrícolas sustentáveis.

## **2. Macrofauna Invertebrada do Solo**

A macrofauna é formada por grupos de invertebrados capazes de modificar a estrutura do solo, transportando e ingerindo material orgânico e partículas de solo. Diferentes classificações foram propostas: BACHELIER (1978) E BERTHELIN et al. (1994) classificam entre 4 e 80 mm estes animais; LAVELLE et al. (1994) utilizaram para classificá-los, o tamanho, e a capacidade dos organismos se

movimentarem no solo e transportarem partículas; SWIFT et al. (1979) consideram a macrofauna como indivíduos maiores que 2 mm.

A função de cada grupo de insetos está relacionada ao tamanho, morfologia, alimentação e atividade que podem exercer nas propriedades do solo e na extensão em que são influenciados pelo manejo do mesmo (ANDERSON, 1988).

A macrofauna edáfica está relacionada à formação de agregados organominerais no solo, aeração, transporte e decomposição de matéria orgânica e modificação de características químicas do solo, entre outras funções (LEE; FOSTER 1991; OADES; WATERS, 1991; OADES, 1993). Muitos organismos, como as minhocas, são importantes no ciclo de nutrientes, estando relacionados à decomposição do material vegetal, a serapilheira, distribuição de nutrientes no solo e disponibilidade para absorção das plantas (BROWN et al., 1998). Além disso, a macrofauna tem estreita relação com a mesofauna e microrganismos, modificando suas populações e atividade (SILVA et al., 1997).

Os macrorganismos edáficos não são como habitantes do solo, mas sim integrantes deste, influenciando as propriedades hidrológicas e também de aeração e composição gasosa, essenciais para a manutenção da produção primária (HOLE, 1981).

As formigas, cupins e minhocas, são denominadas engenheiros do solo, em função da habilidade de afetar a estrutura do solo e a disponibilidade de recursos para outros organismos (LAVELLE, 1996), afetando o ciclo de nutrientes, a infiltração de água e agregação do solo (LEE; FOSTER, 1991). Esses agregados biológicos compõem o essencial da estrutura superficial (granular) de vários solos (MIKLÓS, 1992). A formação e estabilização destes agregados ocorrem com a presença de compostos orgânicos, liberados ou trabalhados pela fauna do solo (OADES, 1993).

Em especial, formigas e cupins, impõe, através de seu comportamento alimentar e construtor, um ritmo dinâmico à evolução da cobertura pedológica (MIKLÓS, 1998). Ainda, segundo este autor, a atividade desses organismos desempenha no solo um papel regulador insubstituível: contrabalança o empobrecimento superficial do solo, renovando-o a partir da alteração das rochas e até mesmo atuando na sucessão vegetal.

Perdas de organismos epígeos (que se alimentam e vivem na superfície do solo) e anécicos (que se alimentam na superfície do solo e vivem em câmaras em profundidades variadas) podem resultar em mudanças significativas na estrutura do solo e na biomassa das plantas (FRAGOSO et al., 1997). O decréscimo na biomassa de minhocas, dependendo da espécie, relaciona-se com a degradação do solo (aumento da compactação e saturação de alumínio, queda na quantidade de carbono e biomassa herbácea), demonstrando que a perda de uma espécie na comunidade de minhocas, ou perda na sua biomassa total, resultam em mudanças no funcionamento do ecossistema (DECAËNS et al., 1999).

Por exemplo, o manejo das comunidades de minhocas em pastagens cultivadas pode ser uma estratégia para aumentar a matéria orgânica no solo e a reciclagem de nutrientes, especialmente nitrogênio, reduzindo o risco da degradação destes locais (RANGEL et al., 1999). Os benefícios da atividade dos organismos do solo no desenvolvimento das plantas pode, inclusive, contribuir para a recuperação de áreas degradadas (KOBAYAMA et al., 1993).

### **3. Metodologia de coleta**

Existem diferentes métodos de extração dos invertebrados do solo, dependendo do grupo e tamanho do animal a ser coletado, micro, meso ou macrofauna.

Estes processos utilizam fonte de calor, lavagem do solo, flotação ou por diferença de densidade, ou no caso da macrofauna, a extração manual para a separação dos animais da amostra de solo. Cada método de extração tem uma eficiência que depende do tipo de solo e qual invertebrado se quer coletar (EDWARDS, 1991)

Duas metodologias utilizadas para coleta da macrofauna são a retirada de monólitos e pitfall. Os monólitos são blocos de solo com dimensões variáveis, geralmente de 25x25 cm, retirados com profundidades variadas, de 0 a 10 cm de profundidade até de 0 a 50 cm de profundidade, divididos em camadas de 10 cm (geralmente 0-10; 10-20; 20-30; podendo ser 20-40 ou tendo uma camada de 30-50 cm) servindo para observar a distribuição das populações em diferentes profundidades relacionando com o manejo aplicado à área, trabalho de máquinas, adubação, presença de cobertura morta ou tipo de vegetação ou ainda com variações do clima, das chuvas ou do tipo de solo (ANDERSON; INGRAM, 1993). Alguns trabalhos utilizam variações deste método (BENITO et al., 2004).

#### **4. Diversidade da macrofauna e bioindicadores**

Bioindicador é uma espécie ou reunião de espécies que vivem particularmente em ambientes com características específicas e podem reagir às mudanças ocorridas no mesmo (PAOLETTI; BRESSAN, 1996).

Sabe-se que a sustentabilidade na agricultura exige a preservação e manutenção da qualidade do solo, entre outros fatores. Os meios mais utilizados para avaliar esta qualidade são através do uso de indicadores biológicos, físicos e socioeconômicos (DANIEL, 2000).

Como exemplo de bioindicadores têm-se: espécies que habitam florestas, espécies que suportam áreas com elevados níveis de poluição, aquelas que somente

vivem em pastagens, as que suportam alagamentos e as que sobrevivem a determinados manejos agriculturáveis (PAOLETTI, 1999 a, b).

A macrofauna, pode ser usada como bioindicadora em diversas situações, comparando sistemas agrícolas e manejos diferentes, analisando as diferenças entre as populações. Porém os grupos a serem usados têm que ser escolhidos e estudados para cada situação pesquisada, porque vários fatores, como tipo de solo, umidade, quantidades de elementos químicos, matéria orgânica, e temperatura, influenciam a ocorrência destes organismos. Pouco ainda é conhecido sobre a interação dos diferentes fatores ambientais que determinam a distribuição e abundância da macrofauna no campo. Um melhor entendimento destas interações será importante para prever respostas das populações ao manejo do solo (NUUTINEN et al., 1998).

Quando observado o meio ambiente como um complexo e amplo sistema, no qual, diferentes ecossistemas, solos, espécies animais e vegetais, ciclos ecológicos e a atividade humana estão associados entre si (PAOLETTI, 1999a), temos o solo como um dos habitats de maior diversidade sobre o planeta. Contudo, o conhecimento da biodiversidade dos organismos do solo é pequeno, particularmente para as regiões tropicais.

Para entender o funcionamento do ecossistema solo e prever as consequências das ações do homem, é preciso relacionar os grupos biológicos que interferem nos processos físicos e químicos do solo. Dentre estes grupos está a macrofauna, que interfere nos processos ocorridos no solo, ao mesmo tempo em que sofre com as alterações apresentadas no meio. A planta está no centro desta rede de interações, pois afeta e é afetada por estes grupos; e, quando o homem modifica o ambiente, com a implantação de sistemas agrícolas, altera a diversidade, e interfere nesta rede de interações (BRUSSAARD, 1998).

O estudo da fauna do solo pode mostrar caminhos para a compreensão do sistema, ainda mais quando integrado com dados físicos e químicos. Modelos para as taxas de mudança da estrutura do solo serão mais acurados quando relacionarem os processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem nos solos, influenciados pelas práticas de manejo (KAY et al., 1988).

O estudo de alguns grupos da fauna apresenta informações sobre o sistema de maneira particionada, porém contribuindo para o entendimento do ambiente.

As formigas apresentam ampla abundância e diversidade de espécies. Porém, apesar da riqueza de espécies, há dificuldade de identificar e entender quais espécies mantêm os fluxos de energia e material dentro dos ecossistemas (SILVER et al., 1996; LOPES ASSAD, 1997).

Os carabídeos também podem ser utilizados como indicadores da qualidade dos solos. A família desses besouros possui riqueza e abundância de espécies (mais de 40.000), vivem em muitos nichos ecológicos e são sensíveis as alterações provocadas pela ação antrópica (KROMP, 1999).

Os corós (larvas de Scarabaeidae), presentes no sistema de semeadura direta e pastagens, são vistos como ameaça de danos econômicos às culturas. Porém, muitas espécies de corós promovem efeitos benéficos à fertilidade do solo, como a criação de galerias e bioporos. Decompõem a matéria orgânica, além de possuírem ampla distribuição geográfica (Sul até o Norte do Brasil). No entanto, a biologia e a identificação dos escarabeídeos são pouco conhecidas na América do Sul (GASSEN, 2000).

Os cupins estão relacionados a mudanças na textura do solo, na distribuição de matéria orgânica e nutriente de plantas e construção de galerias. De acordo com ANDRÉ et al., (1994) podem auxiliar na avaliação da qualidade do sistema

edáfico, sendo, geralmente, relacionados com ambientes mais degradados, apresentam numerosas populações e baixa diversidade.

LOBRY DE BRUYN (1999) destaca a necessidade de estudos específicos para testar a hipótese de que a macrofauna pode ser utilizada como bioindicadora da qualidade do solo. Porém, existe a dificuldade de eleger um único grupo como bioindicador do sistema, sendo que poderiam ser utilizados no mínimo dois, sendo o ideal quatro ou mais para avaliar a perturbação em um sistema, em função da demora das respostas às variações decorrentes (BROWN, 1997).

O estudo de vários grupos da fauna pode apresentar resultados mais detalhados do que o estudo de apenas um grupo. Pode-se achar alta significância em correlações entre riqueza de espécies de alguns grupos com o global número de espécies, no entanto, a riqueza de espécies de um simples grupo de organismo não fornecerá informação suficiente para: a) qualquer tipo de comparação entre habitats, ecossistemas e paisagens, porque a mesma riqueza de espécies em diferentes habitats, ecossistemas e paisagens normalmente representam diferente composição de espécies; b) análise da função da diversidade de espécies em ecossistemas, porque um simples grupo taxonômico pode representar mais que uma ou duas funções; c) análise do impacto de fatores ambientais explicativos sobre a biodiversidade, porque um grupo pode não reagir do mesmo modo que outro para os mesmos fatores ambientais (JEANNERET et al., 2003).

Atributos ecológicos e o peso das espécies também respondem diretamente ao fator solo, e, não apenas índices quantitativos relacionam-se com as mudanças ocorridas no meio. Assim, há a necessidade de maiores informações sobre os grupos de espécies bioindicadoras, principalmente, pesquisas em ecofisiologia e

ecologia do solo para avaliar o manejo e a qualidade dos ecossistemas edáficos (STRAALEN, 1998).

Os estudos com bioindicadores devem utilizar a biodiversidade da área como ferramenta principal para avaliar a qualidade da paisagem, servindo para avaliar diferentes impactos e processos de recuperação. Isto ocorre porque espécies ou grupos de espécies bioindicadoras relacionam-se com características do meio ambiente e respondem as mudanças ocorridas nele (PAOLETTI, 1999a).

Estudos sobre Ecologia de Solo estão focados no desenvolvimento de abordagens experimentais multifatoriais, ou seja, integrando componentes físicos, químicos e biológicos do solo, com o objetivo de criar um modelo compreensível de seu funcionamento. Essa compreensão permite, entre outras coisas, prever o comportamento do sistema edáfico frente às alterações (HOLE, 1981; LAVELLE et al., 1994).

##### **5. Ação antrópica no ambiente e alterações nas populações da macrofauna.**

Segundo PARROTA (1992), áreas degradadas são aquelas caracterizadas por solos empobrecidos e erodidos, instabilidade hidrológica, produtividade primária e diversidade biológica reduzidas.

REINERT (1998) usou o solo como base para classificação de área degradada. O depauperamento de um solo e sua conseqüente degradação tem três categorias: física, química e biológica. Na degradação biológica observa-se baixa ou nula atividade da micro, meso e macrofauna e flora no solo, conseqüência dos baixos valores de matéria orgânica presentes. A perda de matéria orgânica do solo pode ser um processo gradual que modifica as propriedades do solo. Similarmente os benefícios associados com o investimento em propriedades biológicas do solo não são notados

num curto espaço de tempo quando comparado ao estado original do mesmo (BARROS et al., 2004; PARK; COUSINS, 2001).

Estima-se que até 2025, cerca de 25% das terras agricultáveis estarão em estado de degradação, sendo a maior parte delas na região tropical do planeta (HANSON; CASSMAN, 1994). Além disso, estima-se que cerca de 50% dos 105 milhões de hectares de pastagens cultivadas no Brasil encontram-se degradadas ou em início de degradação, reduzindo a produção animal e aumentando os custos de produção (VILLELA, 2001).

Atualmente, muitas regiões no Brasil estão sendo degradadas ou desmatadas para abertura de novas áreas, como no caso da Amazônia (BARROS et al., 2004). Entretanto, a região de Jaguapitã, norte do estado do Paraná começou a ser intensamente explorada a 70 anos. Originalmente coberta por uma floresta tropical subperenifólia foi inicialmente ocupada por culturas de subsistência (décadas de 40 e 50), como feijão, milho, mandioca, seguida pela cultura do café; com o declínio desta, as pastagens dominaram a paisagem da região (cerca de 70%) (BOUSQUET; HOLVECK, 1999; STECA; FLORES, 2002).

A conseqüente exploração intensiva do solo e a ocupação de grandes áreas com monoculturas geraram uma série de efeitos colaterais (MUZILI, 2001) incluindo: contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas, erosão do solo e assoreamento de represas, compactação, perda de matéria orgânica e diminuição da fertilidade do solo, redução da biodiversidade e função de organismos benéficos do solo e explosão da incidência de pragas, entre outras.

A partir da década de 1980, com a degradação estabelecida e iminente de grandes áreas de alto potencial produtivo do estado, diversos programas de apoio e capacitação de agricultores atacaram o problema buscando implementar técnicas

conservacionistas do solo: terraceamento, camaleões, plantio direto (MUZILLI *et al.*, 1990), e práticas de manejo integrado de pragas e ervas daninhas.

Trabalhos realizados com a macrofauna do solo em diferentes condições de manejo, solo e clima, têm mostrado os efeitos da degradação dos sistemas ou sua recuperação frente às técnicas utilizadas. Isto porque, a diversidade de invertebrados do solo é afetada pela atividade antrópica, e em muitos sistemas agrícolas muitos grupos tendem a desaparecer (LAVELLE, 1996). Por exemplo, o sistema de plantio direto altera a abundância (2 a 9 vezes) bem como a diversidade das minhocas (BROWN *et al.*, 2003; CHAN, 2001). Assim, a ocorrência e frequência de determinados grupos da macrofauna variam em função do uso do solo, de forma que a presença (e sua abundância) ou ausência de alguma espécie pode servir como indicador da qualidade e da sustentabilidade do sistema.

Por muitas décadas as pesquisas concentraram esforços em algumas pragas, visando obter o máximo de eficiência em seu controle químico com intuito de eliminá-la. Mais recentemente, entretanto, tem ocorrido considerável avanço dos estudos enfocando o papel de toda a comunidade de invertebrados no funcionamento do solo (LAVELLE, 1996).

Esses estudos têm demonstrado que a biodiversidade e a atividade biológica estão diretamente relacionadas às funções e características essenciais para a manutenção da capacidade produtiva dos solos. Assim, a fauna deve ser vista como um “recurso” a ser manejado (LAVELLE, 1997). Para isso é necessário conhecer a comunidade de invertebrados do solo, avaliar suas funções e finalmente identificar as opções de manejo que possam otimizar suas atividades. Não significa maximizar o número de espécies, mas sim enfatizar certos grupos e objetivos específicos.

Ações antrópicas, como a retirada da vegetação nativa, práticas convencionais de manejo do solo e as monoculturas têm direcionado maior número de pesquisas a questões relativas à degradação, sustentabilidade da produtividade e manutenção da biodiversidade (COSTA; CAMPANHOLA, 1997; EIJSACHERS, 1998; RUNDGREN et al., 1998; TORTENSSON et al., 1998).

Pouca ou nenhuma importância é dada a possível relação entre a eliminação desses importantes reguladores dos processos do solo e a falta de sustentabilidade de muitos sistemas agrícolas. Embora a fauna do solo constitua um dos mais abundantes e diversos grupos terrestres, os fatores que mantêm a rica comunidade no solo e as implicações funcionais da biodiversidade do solo não são bem conhecidos (WOLTERS, 1998).

No estado do Paraná, há alguns trabalhos que se referem ao levantamento populacional de macroinvertebrados do solo (BENITO, 2002). Estes estudos são importantes em nível regional porque a estrutura e a abundância das comunidades da macrofauna podem variar dependendo das condições de clima, solo e vegetação, sendo que em uma determinada área, o tipo de vegetação pode mostrar-se como fator determinante das populações de macroinvertebrados do solo (LAVELLE; PASHANASI, 1989).

A macrofauna do solo é sensível às modificações exercidas pelo homem na implantação de sistemas agropecuários, porque toda a vegetação natural é modificada. As mudanças provocadas pelo homem sobre o ambiente para a implantação de sistemas agrícolas, são num primeiro momento, fator de extermínio de vários indivíduos, seja pela retirada das plantas nativas, pelo revolvimento do solo ou pela queima da vegetação. O sistema de monocultura compromete o restabelecimento de muitas espécies ou grupos da macrofauna. Para compreender como estes processos de

transformação do meio ocorrem são necessários estudos sobre a dinâmica das populações, avaliando diferentes ambientes em processo de perturbação e regeneração (DECAËNS et al., 1994).

As populações da macrofauna sofrem alterações devido a vários fatores no solo, como umidade, temperatura, matéria orgânica; e as atividades agrícolas influenciam estes fatores, e, conseqüentemente, a fauna. Modificações no ambiente exercem influência, não somente no número, como também nas espécies de organismos do solo. A transformação de áreas de florestas ou de pastagens para cultivo implica numa mudança drástica no meio. Estudos preliminares de biodiversidade da macrofauna do solo em diversos ecossistemas indicam que o número de espécies, densidade populacional e biomassa decrescem dos sistemas naturais para os sistemas agrícolas. A principal razão para que isto ocorra parece ser o decréscimo de matéria orgânica e elementos essenciais no solo dos sistemas agrícolas (POKARZHEVSKII; KRIVOLUTSKII, 1997).

A cobertura vegetal ou serapilheira, fonte da matéria orgânica do solo, favorece o estabelecimento da macrofauna, justamente, pela menor variação da umidade e temperatura, a proteção contra raios solares e chuva e como fonte de alimento. Estas condições favorecem a atividade e a interação da macrofauna com o sistema, tendo como papel à formação de agregados no solo, formação de canais, favorecendo a aeração e movimento da água, transporte e decomposição de matéria orgânica, entre outras funções (LEE; FOSTER, 1991).

Porém, a quantidade e qualidade da serapilheira influenciam a fauna do solo, afetando suas populações (DECAËNS et al., 1998), e em sistemas agrícolas tanto a qualidade como a quantidade de serapilheira é menor. TAPIA-CORAL et al. (1999) encontraram maior biomassa e densidade de isópoda e diplopodas, organismos

consumidores de serapilheira, em sistemas agroflorestais. Estes sistemas diversificados contribuem para o aumento da biomassa e densidade da macrofauna, devido à formação desta serapilheira de melhor qualidade, favorecendo a ação de organismos decompositores. WARDLE et al. (1995), encontraram a macrofauna associada, geralmente, a presença de plantas daninhas e resíduos orgânicos na superfície do solo; tendo a população de coleópteros aumentada, influenciada por estes fatores.

A variação espacial entre ambientes é maior para os grupos da macrofauna que vivem na serapilheira ou na interface serapilheira-solo. Os padrões de distribuição e agregação dos indivíduos aumentam a heterogeneidade espacial nos processos de decomposição. A variação espacial da biomassa e abundância de muitos organismos varia não só entre diferentes ambientes como também dentro deles, formando agregações naturais da espécie, como isoptera e diplopoda (DANGERFIELD, 1990).

É certo que o efeito da ação do homem sobre a macrofauna, depende do ecossistema original e em qual sistema agrícola ele será transformado, e qual manejo será estabelecido. Cultivos anuais e pastagens podem favorecer diferentes grupos da macrofauna, de acordo com a situação criada. Pastagens estabelecidas sobre florestas tropicais têm um decréscimo na riqueza de espécies de minhocas, favorecendo espécies exóticas; já em savanas tropicais, substituídas por pastagens, o distúrbio provocado não alterou o número inicial de espécies, sendo conservada a diversidade em pastagens puras ou consorciadas com leguminosas (JIMENEZ et al., 1998). Tal fato é explicado pela similaridade funcional entre pastagens cultivadas e savanas (LAVELLE et al., 1994).

As pastagens cultivadas podem favorecer o aumento da biomassa e da população de alguns grupos, especialmente minhocas (DECAËNS et al., 1994); em

contrapartida, a densidade populacional e a riqueza taxonômica decrescem (LAVELLE; PASHANASI, 1989). DECAËNS et al. (1994) observaram que as minhocas foram favorecidas pelo pastejo e pelo fogo, mas o número de indivíduos decresce com o sobre pastejo, ou seja, em áreas com maior degradação, sendo favorecidos os cupins nestas áreas.

A introdução de pastagens melhoradas nas savanas nativas resulta no acréscimo de matéria orgânica do solo, o qual aumenta a densidade e atividade da comunidade de minhocas. A digestão das minhocas resulta em altas concentrações de matéria orgânica do solo na sua deposição, e alto v

minhocas foram muito sensíveis as mudanças na cobertura vegetal (BARROS et al., 2004).

De maneira geral, os invertebrados de hábito subterrâneo são altamente sensíveis a ação do homem sobre os solos, principalmente, em culturas agrícolas anuais. Os impactos negativos em suas comunidades ocorrem através de distúrbios provocados por práticas culturais, uso de produtos químicos, preparo do solo, fertilização ou aplicação de agrotóxicos, na redução da produção de raízes e a modificação do microclima do solo, ocorrido depois da retirada da vegetação natural. (LAVELLE, 1997).

Em sistemas de preparo convencional do solo há uma constante incorporação ou queima dos resíduos vegetais afetando as populações da macrofauna que sofrem um decréscimo na densidade populacional, na biomassa e riqueza taxonômica (DECAËNS et al., 1994), sendo a recolonização do sistema lenta (LAVELLE; PASHANASI, 1989).

Cultivos anuais, geralmente com pouca, ou nenhuma serapilheira, tem um forte efeito sobre as minhocas e populações de artrópodes (DANGERFIELD, 1990; DECAËNS et al., 1994), com grande decréscimo de biomassa, densidade populacional e riqueza taxonômica. DANGERFIELD (1990) encontrou apenas larvas Coleoptera mantendo suas populações inalteradas em cultivos anuais de milho.

Em muitos casos, manejos para a recuperação da macrofauna nas áreas de cultivo, tornam-se ineficazes. Porque, quando a vegetação natural é eliminada, a comunidade de organismos pode mudar para outros locais, e, eventualmente, ser extinta (FRAGOSO et al., 1997).

## 6. Avaliação dos dados sobre Macrofauna Invertebrada do Solo

A forma como os dados são coletados é essencial para determinar quais estatísticas e cálculos matemáticos poderão ser utilizados para, assim, obter-se as melhores formas de visualização dos mesmos.

A utilização de estatística descritiva dos dados, teste de médias, cálculo de índices de diversidade, análises multivariadas e similaridade são utilizadas para os dados de macrofauna invertebrada do solo (LAVELLE; PASHANASI, 1989; DECAËNS et al., 1998; TAPIA-CORAL et al., 1999; SILVA et al., 2003).

A similaridade entre sistemas agrícolas mede a semelhança entre duas comunidades através do número de taxa encontrados (espécies, gêneros, famílias) (MAGURRAN, 1988). São utilizados muitas vezes para medir a similaridade entre áreas usando grandes grupos taxonômicos (p.ex. ordem) de invertebrados (DANGERFIELD, 1990). A similaridade de Mountford, apresenta a seguinte fórmula:

$$IS = \frac{2j}{2ab - (a + b)j}$$

Outro cálculo de similaridade, de Sorensen (MAGURRAN, 1988), apresenta a fórmula:

$$QS = \frac{2j}{a + b} \cdot 100$$

onde:

a= número de espécies do habitat A;

b = número de espécies do habitat B;

j = número de espécies comuns aos dois habitats.

Índices de diversidade (MAGURRAN, 1988) para espécies de um ambiente (diversidade alfa) podem ser calculados com o Índice de Shannon (H')

$$H' = - \sum (p_i \cdot \ln p_i)$$

Ou com o Índice de Simpson:

$$D = 1 / \sum p_i$$

Onde:

$\ln$  = logaritmo natural;

$$p_i = n / N;$$

$n$  = número de indivíduos de uma determinada espécie ou grupo encontrados na área;

$N$  = número total de indivíduos encontrados na área.

Muitos trabalhos também utilizam estatísticas exploratórias para entendimento dos dados. Análises multivariadas são utilizadas com diferentes variáveis para encontrar relações entre estas. A análise de Componentes Principais decompõe as informações em eixos que relacionam as variáveis com os tratamentos ou características dos tratamentos (LAVELLE; PASHANASI, 1989; DECAËNS et al., 1994; BENITO et al., 2004).

## **Referências Bibliográficas**

ANDERSON, J. M. Invertebrate-mediated transport process in soils. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 24: 5-19. 1988.

ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. *Tropical soil biological and fertility: a handbook of methods*. Oxford: CAB, 1993. 221p.

ANDRÉ, H. M.; NOTI, M. I.; LEBRUN, P. The soil fauna: the other last biotic frontier. *Biodiversity and Conservation*, 3: 45-56. 1994.

BACHELIER, G. *La faune des sols, son écologie et son action*. Orstom, Documentations Techniques, 38. 1978. 391p.

BARROS, E.; GRIMALDI, M.; SARRAZIN, M.; CHAUVEL, A.; MITJA, D.; DESJARDINS, T.; LAVELLE, P. Soil physical degradation and changes in macrofaunal communities in Central Amazon. *Appl. Soil Ecol.*, 26: 157-168. 2004

BENITO, N. P. *Interferência de sistemas de cultivo sobre a macrofauna invertebrada do solo*. Tese (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR. 2002. 71p.

BENITO, N. P.; BROSSARD, M.; PASINI, A.; GUIMARÃES, M. DE F.; BOBILLIER, B. Transformations of soil macroinvertebrate populations after native vegetation conversion to pasture cultivation (Brazilian Cerrado). *Eur. J. Soil Biol.*, 40: 147-154. 2004.

BERTHELIN, J.; LEVAL, C. & TOUTAIN, F. 1994. Biologie des sols. Rôle des organismes dans l'altération et humification. In: BONNEAU, M.; SOUCHIER, B., coord. Pédologie: 2 – Constituants et propriétés du sol. Paris, Masson. p.143-237.

BOUSQUET E.; HOLVECK S. Interações homem-solo sobre a microbacia do ribeirão bandeirantes do norte (Paraná-Brasil). Tradução Tavares Filho, J. Ed. UEL, Londrina. 1999. 175p.

BROWN, G. G.; HENDRIX, P. F. & BEARE, M. H. Earthworms (*Lumbricus Rubellus*) and the fate of <sup>15</sup>N in surface-applied sorghum residues. Soil Biol. Biochem., 30: 1701-1705. 1998.

BROWN, G.G; BENITO, N. P; PASINI, A; SAUTTER, K; GUIMARÃES, M. de F; TORRES, E. No-tillage greatly increases earthworm populations in Paraná State, Brazil. Pedobiologia, 47: 764-771. 2003.

BROWN JR., K. S. Insetos como rápidos e sensíveis indicadores de uso sustentável de recursos naturais. In: Simpósio sobre indicadores ambientais. São Paulo: PUC-SP, 1997. pp. 143-155.

BRUSSAARD, L. Soil fauna, guilds, functional groups and ecosystem processes. Appl. Soil Ecol., 9: 123-135. 1998.

CHAN, K.Y. An overview of some tillage impacts on earthworm population abundance and diversity – implications for functioning in soils. *Soil Tillage Res.*, 57: 179-191, 2001.

CHRISTENSEN, B.T. Managing soil quality: Challenges in modern agriculture. Wallingford, U.K., CABI International. pp. 139-170. 2003.

CLAPPERTON, M. J.; MILLER, J. J., LARNEY, F. J.; LINDWALL, C. W. Earthworm populations as affected by long-term tillage practices in southern Alberta, Canada. *Soil Biol. Biochem.*, 29(3-4): 631-633. 1997.

COSTA, M.B.B.; CAMPANHOLA, C. A Agricultura alternativa no Estado de São Paulo. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA. (EMBRAPA-CNPMA, documentos 7), 1997. 63p.

DANGERFIELD, J. M. Abundance, biomass and diversity of soil macrofauna in savanna woodland and associated managed habitats. *Pedobiologia*, 34: 141-150. 1990.

DANIEL, O. Definição de indicadores de sustentabilidade para sistemas agroflorestais. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, MG, 2000. 102p.

DECAËNS, 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. J. Soil Biol.*, 30(4): 157-168p. 1994.

DECAËNS, T.; DUTOIT, T.; ALARD, D. & LAVELLE, P. Factors influencing soil macrofaunal communities in post-pastoral successions of western France. *App. Soil Ecol.*, 9: 361-367. 1998.

DECAËNS, T.; JIMÉNEZ, J.J. & LAVELLE, P. Effect of exclusion of the anecic earthworm *Martiodrilus carimaguensis* Jiménez and Moreno on soil properties and plant growth in grasslands of the eastern plains of Colombia. *Pedobiologia*, 43: 835-841. 1999.

DIAS, V. S.; BROSSARD, M. & LOPES ASSAD, M. L. Macrofauna edáfica invertebrada em áreas de vegetação nativa da região de cerrados. Contribuição ao conhecimento ecológico do cerrado – Trabalhos selecionados do 3º congresso de ecologia do Brasil, pp. 168-173. 1997.

DUELI, P.; OBRIST, M. K. Biodiversity indicators: the choice of values and measures. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 98: 87-98. 2003.

EDWARDS, C. A. The assessment of populations of soil-inhabiting invertebrates. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 34: 145-176. 1991.

EIJSACKERS, H. Soil quality assessment in an international perspective: generic and land-use based quality standard. *Ambio*, 27:70-77, 1998.

EMATER. Formigas Cortadeiras: instruções básicas para o controle. Joaquim Carlos Thomas (org.). Curitiba, PR. 1990. 32p.

FOISSNER, W. Comparative studies on the soil life in ecofarmed and conventionally farmed fields and grasslands of Austria. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 40: 207-218. 1992.

FRAGOSO, C.; BROWN, G.G.; PATRÓN, J.C.; BLANCHART, E.; LAVELLE, P.; PASHANASI, B.; SENAPATI, B.; KUMAR, T. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: the role of earthworms. *App. Soil Ecol.*, 6: 17-35. 1997.

GASSEN, D. N. Os escarabeídeos na fertilidade de solo sob plantio direto. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 24, Resumos, SBCS. Santa Maria. 2000. 1 CD ROM.

HANSON, R.G.; CASSMAN, K.G. Soil management and sustainable agriculture in the developing world. In: Transactions of the 15<sup>th</sup> World Congress of Soil Science. Vol. 5, pp. 17-33, 1994.

HOLE, F. D. Effects of animals on soil. *Geoderma*, 25: 75-112, 1981.

JEANNERET, PH.; SCHÜPBACH, B.; LUKA, H. Quantifying the impact of landscape and habitat features on biodiversity in cultivated landscapes. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 98: 311-320. 2003.

JIMÉNEZ, J. J.; MORENO, A. G.; DECAËNS, T.; LAVELLE, P.; FISHER, M. J.; THOMAS, R. J. Earthworm communities in native savannas and man-made pastures of the Eastern plains of Colombia. *Biol. Fertil. Soils*, 28: 101-110. 1998.

KAY, B. D.; ANGERS D. A.; GROENEVELT, P. H.; BALDOCK, J. A. Quantifying the influence of cropping history on soil structure. *Cand. J. Soil Sci.*, 68: 359-368. 1988.

KOBIYAMA, M. ; USHIWATA, C. T.; BARCIK, C. Recuperação de áreas degradadas: conceito, um exemplo e uma sugestão. *Bio. Saneam. Prog.*, 6: 95-102. 1993.

KROMP, B. Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 74: 187-228. 1999.

LAVELLE, P.; PASHANASI. B. Soil macrofauna and land management in Peruvian Amazonia (Yurimaguas, Loreto). *Pedobiologia*, 33: 283-291. 1989.

LAVELLE, P.; DANGERFIELD, M.; FRAGOSO, C.; ESCHENBRENNER, V.; LOPEZ-HERNANDEZ, D.; PASHANASI, B.; BRUSSAARD, L. The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility. In: SWIFT M.J., WOOPER P. (Eds.), *Tropical Soil Biology and Fertility*, John Wiley-Sayce, New York, pp. 137-169. 1994.

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

LAVELLE, P. Fauna activities and soil process: adaptative strategies that determine ecosystem function. *Adv. Ecol. Res.*, 27: 93-132. 1997.

LEE, K. E.; FOSTER, R. C. Soil fauna and soil structure. *Aust. J. Soil Res.*, 29: 745-775. 1991.

LOBRY DE BRUYN, L. A. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 74: 425-441. 1999.

LOPES ASSAD, M. L. Fauna do solo. In: VARGAS, M. A. T. & HUNGRIA, M. *Biologia dos solos dos Cerrados*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC. 1997. pp. 363-443.

MAGURRAN, A. E. *Ecological diversity and its measurement*. Chapman and Hall, London. 1988. 179p.

MCGEOCH, A. M.; RENSBURG, B. J. VAN; BOTES, A. The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. *J. Appl. Ecol.*, 39: 661-672. 2002.

MIKLÓS, A. A. W. *Biodynamique d'une couverture pédologique dans la région de Botucatu, Brésil*. Tese de doutorado, Université Paris VI, vol. 1-2. 1992. 438 p.

MIKLÓS, A..A.W. Papel de cupins e formigas na organização e na dinâmica da cobertura pedológica. In: Cupins. O desafio do conhecimento. FONTES, L. R.; BERTI FILHO, E. FEALQ, Piracicaba, 1 ed. 1998. 512p.

MUZILLI, O. Soil conservation policies in the state of Paraná, Brazil. In: STOTT D.E., MOKTUR R.H., STEINHARDT G.C. (eds.). Sustaining the global farm. Selected papers from the 19th International Soil Conservation Organization Meeting. West Lafayette, Purdue University/USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, USA. 2001. pp. 987-989.

MUZILLI, O.; LAURENTI, A. ; LLANILLO, R. Conservação do solo em sistemas de produção nas microbacias do arenito Caiuá, Paraná: clima, solo, estrutura agrária e perfil da produção agropecuária. Londrina-PR, Brasil: IAPAR. 1990. 55p.

NUUTINEN, V.; PITKÄNEN, J. KUUSELA, E.; WIDBOM, T.; LOHILAHTI, H. Spatial variation of an earthworm community related to soil properties and yield in a grass-clover field. Appl. Soil Ecol., 8: 85-94. 1998.

OADES J. M.; WATERS, A. G. Aggregate hierarchy in soils. Aust. J. Soil Res., 29: 815-828. 1991.

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

PAOLETTI, M. G.; FAVRETTO, M. R.; STINNER, B. R.; PURRINGTON, F. F.; BATER, J. E. Invertebrates as bioindicators of soil use. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 34: 341-362. 1991.

PAOLETTI, M. G.; BRESSAN, M. Soil invertebrates as bioindicators of human disturbance. *Critical Rev. Plant Sci.*, 15: 21-62. 1996.

PAOLETTI, M. G. Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 74: 1-18. 1999a.

PAOLETTI, M. G. The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 74: 137-155. 1999b.

PARK, J.; COUSINS S. H. Soil biological health agro-ecological change. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 56, 137-148. 1995.

PARROTA, J. A. The role of plantation forest in rehabilitation degraded tropical ecosystems. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 41: 115-133. 1992.

PASCHOAL, A. D. *Pragas, praguicidas e a crise ambiental: problemas e soluções*. Ed. FGV, Rio de Janeiro. 1979. 106p.

POKARZHEVSKII, A. D.; KRIVOLUTSKII, D. A. Problems of estimating and maintaining biodiversity of soil biota in natural and agroecosystems: a case study of chernozem soil. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 62: 127-133. 1997.

RANGEL, A. F.; THOMAS, R. J.; JIMÉNEZ, J. J.; DECAËNS, T. Nitrogen dynamics associated with earthworm casts of *Martiodrilus carimaguensis* Jiménez and Moreno in a Colobian savanna oxisol. *Pedobiologia*, 43: 557-560. 1999.

REINERT, D. J. Recuperação de solos em sistemas agropastoris. In: DIAS, L. E.; GRIFFITH, J.J. (Ed.) Recuperação de áreas degradadas. Viçosa: UFV. 1998. pp. 163-176.

ROBERTSON, L. N.; KETTLE, B. A.; SIMPSON, G. B. The influence of tillage practices on soil macrofauna in a semi-arid agroecosystem in northeastern Australia. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 48: 149-156. 1994.

RUNDGREN, S.; ANDERSSON, R.; BRINGMARK, L.; GUSTAFSSON, D.; JOSEFSSON, M.; TORSTENSSON, L. Integrated soil analysis: a Swedish research project. *Ambio*, 27: 2-3. 1998.

SILVA, M. T. B. DA; ANTONIOLLI, Z. I.; PETRERE, C.; BIANCHI, M. A. & GIRACCA, E. M. N. Influência de larvas de *Diloboderus abderus* (Sturm) na densidade de organismos e características químicas do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 21:347-351. 1997.

SILVA, R. F. DA; LIMA, E.; CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, R. R. de. Variação quantitativa de artrópodes edáficos em um sistema de agricultura tradicional na vegetação secundária, Ilha Grande (RJ). *Rev. Cienc. Agrar.*, 40: 167-180. 2003.

SILVER, W. L.; BROWN, S.; LUGO, A. E. Effects of changes in biodiversity on ecosystem function in tropical forests. *Conservation Biology*, 10: 17-24, 1996.

STECA, L. C.; FLORES, M. D. História do Paraná: do século XVI à década de 1950. Ed. UEL, Londrina. 2002. 206p.

STORK, N. E.; EGGLETON, P. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. *American Journal of Alternative Agriculture*, 7: 1-2. 1992.

STRAALEN, N. M. VAN. Evaluation of bioindicator systems derived from soil arthropod communities. *Appl. Soil Ecol.*, 9: 429-437. 1998.

SWIFT, M. J.; O. W. HEAL; ANDERSON, J. M. Decomposition in terrestrial ecosystems. *Studies in Ecology*, vol. 5. Blackwell Scientific, Oxford. 1979. 238 p.

TANCK, B. C. B.; SANTOS, H. R.; DIONÍSIO, J. A. Influência de diferentes sistemas de uso e manejo do solo sobre a flutuação populacional do oligochaeta edáfico *Amyntas spp.* *R. Bras. Ci. Solo*, 24: 409-415. 2000.

TAPIA-CORAL, S. C.; LUIZÃO, F. J.; WANDELLI, V. E. Macrofauna da liteira em sistemas agroflorestais sobre pastagens abandonadas na amazônia central. *Acta Amazonica*, 29: 477-495. 1999.

TORSTENSSON, L.; PELL, M.; STENBERG, B. Need of a strategy for evaluation of arable soil quality. *Ambio*, 27: 4-8, 1998.

VILLELA, R. A degradação das pastagens no Brasil. Informe Agropecuário Brasileiro, EPAMIG, 22: 20-29, 2001.

WALLWORK, J.A. The distribution and diversity of soil fauna. London Academic Press, 1976. 355p.

WARDLE, D. A.; YEATES, G. W.; WATSON, R. N.; NICHOLSON, K. S. The detritus food-web and the diversity of soil fauna as indicators of disturbance regimes in agro-ecosystems. Plant Soil, 170: 35-43. 1995.

WHITFORD, W.G. The importance of the biodiversity of soil biota in arid ecosystems. Biodiversity and Conservation, 5:185-195, 1996.

WOLTERS, V. Functional aspects of animal diversity in soil: Introduction and overview. Appl. Soil Ecol., 10: 185-190. 1998.

# Parte 2

**Macrofauna invertebrada do solo em pastagens de Jaguapitã - PR.**

## **Macrofauna invertebrada do solo em pastagens de Jaguapitã - PR.**

### Resumo

Cerca de 70% das áreas agrícolas de Jaguapitã são de pastagens para criação de gado, com muitos anos de implantação, e, geralmente, com baixa produtividade. Objetivou-se avaliar o efeito da recuperação das pastagens sobre a macrofauna do solo na região de Jaguapitã – PR. As coletas foram realizadas no município de Jaguapitã, região norte do Paraná, em áreas de Latossolo Vermelho, textura arenosa, em duas etapas: uma no inverno (período de seca), e outra no verão (período chuvoso). Foram estudadas quatro condições de uso do solo: mata nativa, pastagem degradada (10 anos), pastagem recuperada (4 anos) e pastagem em recuperação. De cada tratamento foram retirados 5 monólitos, com dimensões 25x25x30 cm, distanciados em 10 metros. A macrofauna foi retirada do solo manualmente e colocada em álcool 75%, depois separada em grupos taxonômicos e quantificada. A densidade populacional da macrofauna apresentou valores maiores na coleta de inverno que na de verão, além de uma maior riqueza taxonômica, apesar dos índices de diversidade serem maiores para a coleta de verão. As pastagens renovadas apresentaram os menores valores de densidade populacional e riqueza taxonômica, porém, altas populações de larvas de Scarabaeidae. Térmitas foram mais numerosos na mata e na pastagem degradada. Hemiptera fitófagos e formigas tiveram altas populações na pastagem degradada. O processo de recuperação das pastagens modificou a população da macrofauna, diminuindo a densidade e a riqueza destas áreas.

Palavras-chave: térmita, coleoptera, formicidae, diversidade, manejo.

## Soil Macrofauna in pastures of Jaguapitã - PR.

### Abstract

About 70% of the agricultural areas of Jaguapitã are used as pastures for cattle, generally old and degraded, with low productivity. The present study evaluated the effect of the recovery of these pastures on soil macrofauna in Jaguapitã, State of Paraná, Brazil. Soil samplings were taken in the pastures in the winter (drought period) and summer (rainy period). Soils at the sites were Red Sandy Latossols. Four land uses were evaluated: forest, degraded pasture (10 years), recovered pasture (4 years) and pasture in recovery. At each site, 5 monoliths of 25x25x30 cm were taken at regular 10m intervals. The macrofauna was removed manually from the soil and placed in alcohol 75% and the animals later counted and separated in the different taxa. Soil fauna were more abundant and diverse in the winter than the summer, although the diversity index was higher in the summer. The renewed pastures had the lowest density and richness and larger populations of Scarabaeidae larvae. Termites were more numerous in the forest and degraded pasture. Plant feeding Hemiptera and ants had high populations in the degraded pasture. Pasture recovery in Jaguapitã modifies the macrofauna, decreasing their abundance and species richness.

Word-key: termite, coleoptera, formicidae, diversity, taxonomic richness.

## **Introdução**

As mudanças provocadas pelo homem, no ambiente, para a implantação de sistemas agrícolas, são num primeiro momento, fator de extermínio de várias espécies animais e vegetais, seja pela retirada das plantas nativas, pelo revolvimento do solo ou pela queima da vegetação. O efeito da ação do homem sobre a macrofauna invertebrada do solo (animais > 2mm), depende do ecossistema original, em qual sistema agrícola ele será transformado e o manejo que será estabelecido. Cultivos anuais e pastagens podem favorecer diferentes grupos destes invertebrados, de acordo com a situação criada (DECAËNS et al., 1994; LAVELLE et al., 1994; JIMENEZ et al., 1998), frequentemente levando a proliferação de algumas espécies como pragas.

Os sistemas de monoculturas comprometem o restabelecimento de muitas espécies ou grupos da macrofauna. Para compreender como estes processos de transformação do meio afetam as comunidades de invertebrados são necessários estudos sobre a dinâmica das populações, avaliando diferentes ambientes em processo de perturbação e regeneração (DECAËNS et al., 1994).

No Brasil existem cerca de 105 milhões de hectares de pastagens cultivadas e, desse total, calcula-se que pelo menos 50% estejam degradadas ou em processo de degradação (VILLELA, 2001).

A região de Jaguapitã era originalmente coberta por uma floresta tropical subperenifólia, inicialmente ocupada por culturas de subsistência (décadas de 40 e 50), como feijão, milho, mandioca, seguida pela cultura do café e, com o declínio destas, houve a substituição pelas pastagens, que agora dominam a paisagem da região (cerca de 70% do município) (BOUSQUET; HOLVECK, 1999; STECA; FLORES, 2002).

A maioria das pastagens permaneceu com pouca ou nenhuma manutenção nos últimos 15 a 30 anos, entrando em fase de declínio da produção,

levando muitos agricultores a efetuarem a recuperação das mesmas (OLIVEIRA, 2003). Este procedimento pode ter promovido a alteração da macrofauna invertebrada do solo (BENITO et al., 2004).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da recuperação de pastagens sobre a macrofauna invertebrada do solo na região de Jaguapitã – PR.

### **Material e Métodos**

O trabalho foi realizado no município de Jaguapitã, região norte do Estado do Paraná, em Latossolo Vermelho textura arenosa, situada à latitude de 23°00'S, longitude de 51°30'O e altitude média de 550 m, com relevo plano a suave ondulado. O clima é Cfa, mesotérmico úmido.

As amostragens da macrofauna ocorreram em 25/07/01, caracterizando o período de seca (inverno), e outra em 26/03/02, no período chuvoso (verão)

foram definidas a partir da realidade do manejo usualmente adotado pelos agricultores do município (OLIVEIRA, 2003).

### Histórico das áreas (mapa e fotos das áreas: Parte 5)

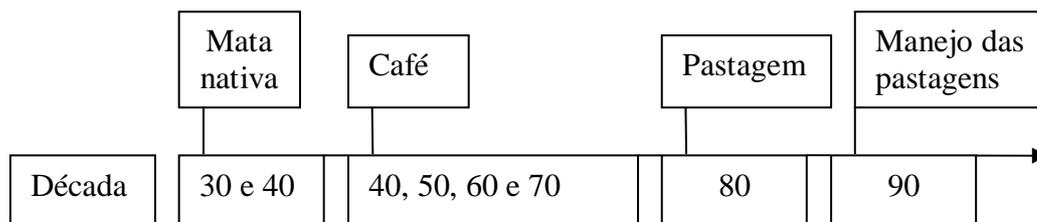


Figura 1. Esquema geral do histórico das áreas de pastagem.

#### Pastagem de 10 anos (BR10) - 9,68 ha:

- semeadura de *Brachiaria decumbens* Stapf (década de 80);
- 1991, alta infestação de plantas daninhas e baixa capacidade de rebrota, iniciou-se um processo de recuperação e a área foi cultivada com algodão, e rebrote natural da pastagem;
- 1992, cultivou-se sorgo, e rebrote natural da pastagem utilizada em pastejo por vacas em lactação, sem efetuar adubação.
- 2002, pastagem com pequena cobertura do solo, plantas daninhas (*Paspalum* sp; principalmente) e baixa produção de matéria seca.

#### Pastagem com 4 anos (BR4) - 8,47 ha:

- 1981, semeadura de *Brachiaria decumbens* Stapf.

- 1996, apresentando ocorrência generalizada de *Paspalum* sp. (grama mato grosso), cultivada com milho (preparo convencional sem adubação), rebrote natural da pastagem sob pastejo de vacas em lactação;
- 1997 (setembro), semeadura de milho, sem adubação;
- 1998 (janeiro), semeadura de sorgo, sem adubação;
- 1998 - semeadura a lanço de *Brachiaria brizantha* (Hochst.) Stapf , sem incorporação das sementes e sem adubação;
- 2002, pastagem com cobertura irregular, *Brachiaria brizanta* (Hochst.) Stapf e *Brachiaria decumbens* Stapf e com reboleiras de *Paspalum* sp.

**Pastagem em recuperação (BR1) - 8,47 ha:**

- 1986, *Brachiaria decumbens* Stapf;
- 1991, baixa capacidade de rebrota e presença de plantas daninhas, cultivo de algodão e feijão, sem adubação;
- 1992, rebrota natural da pastagem mantida em pastejo contínuo;
- 1998 (agosto), semeadura de milho, rebrota natural da *Brachiaria decumbens* Stapf ;
- 2000 (setembro) dessecação da pastagem e semeadura direta de milho;
- 2001 (janeiro) semeadura direta de milho safrinha;
- 2001 (abril) semeadura de aveia preta, sem adubação, para pastejo de vacas em lactação.

A área de **mata nativa (MT)** constitui-se num fragmento de vegetação original existente no Arenito Caiuá, denominada floresta tropical subperenifólia. As árvores de maior porte foram retiradas na época da colonização, na década de 50, e

restou uma vegetação menos exuberante, formada por espécies rasteiras, arbustivas e arbóreas de pequeno porte.

### **Análise Estatística**

Os dados médios, de cada coleta, foram submetidos aos métodos de análise multivariada Classificação Hierárquica Ascendente e Componentes Principais (ACP). A semelhança entre os sistemas agrícolas, quanto à densidade populacional total, na profundidade de 0-30cm, foi avaliada através dos dendrogramas obtidos pela Classificação Hierárquica Ascendente (Figura 1 e 2), considerando a distância euclidiana como índice de similaridade. A ACP consiste na decomposição fatorial da inércia da matriz de correlações entre as variáveis ativas, para neutralizar o efeito das unidades de medida, a fim de observar as relações dos grupos taxonômicos com os tratamentos.

Os grupos taxonômicos de maior representatividade na ACP foram comparados por ANOVA e teste de Tukey, nas coletas de verão e inverno.

A ACP foi realizada em duas etapas, na primeira todos os taxa apresentados na Tabela 1 e 2 foram considerados. Dos resultados obtidos foram separadas as variáveis (grupos taxonômicos) que mais contribuíam como informação dos tratamentos. As variáveis separadas foram submetidas novamente a ACP: Formicidae, Coleópteros adultos (somatória das famílias), Coleópteros larvas (somatória das famílias), Auchenorrhyncha, Hemiptera (fitófagos e predadores), Isoptera, Diptera, Orthoptera, Diplopoda, Chilopoda, Arachnida, Isopoda, Oligochaeta e outros.

Para cada área foram calculados os índices de diversidade de Simpson e Shannon e a riqueza (número de grupos diferentes).

## Resultados e Discussão

A Análise dos Componentes Principais (ACP) apresenta toda a informação da macrofauna em 3 eixos, tanto no inverno como no verão (Tabela 5). Na ACP de inverno o eixo 1 (44,76% da informação) separa as áreas pelo tempo de revolvimento do solo, ou efeito do manejo, separando as áreas BR1 e BR4 da MT e da BR10, devido à diminuição da densidade populacional e riqueza de grupos nas áreas recém manejadas. O eixo 2 (37,90%) separa a pastagem degradada (BR10) das outras áreas, pela combinação de altas populações de Formicidae, Isoptera e Hemiptera (Tabela 1 e 5), ou efeito da degradação, mostrando o potencial desta área para favorecer algumas populações que podem tornar-se praga. O eixo 3 (17,34) separa a BR1 das outras áreas devido ao manejo recente, com incorporação de material orgânico e cultivo de leguminosas, diferenciando-se das outras áreas pelo aumento da população de minhocas.

Na ACP de verão o eixo 1 (57,45%) separa a BR1 das outras áreas devido a baixa densidade populacional (Tabela 2 e 5). O eixo 2 (31,59%) separa a mata das pastagens, apresentando correlação com térmitas, formigas e a macrofauna de baixa densidade populacional (outros), ou seja, o efeito das pastagens sobre a fauna. O eixo 3 apresenta baixos valores de correlação com as variáveis.

Os dendogramas (Figuras 1 e 2) apresentam diferenças na similaridade entre as áreas na época seca e chuvosa. Na coleta da seca a BR10 esteve mais próxima da Mata que as outras áreas, sendo encontrada a maior densidade populacional naquela (5446,4 ind/m<sup>2</sup>, Tabela 3), seguida pela Mata.

As pastagens BR1 e BR4 foram mais similares no período de seca, apresentando as maiores populações de larvas de Scarabaeidae (Tabela 1), porém não diferindo estatisticamente (Tabela 6), e as menores densidades populacionais da

macrofauna tanto na coleta de inverno como na de verão (Tabela 3 e 4). BENITO et al. (2004) também encontraram menores densidades populacionais de macrofauna invertebrada em pastagens renovadas que em pastagens degradadas no Cerrado. Maior número de minhocas foram encontradas na BR1, porém, não diferindo estatisticamente. O aumento de minhocas muitas vezes é favorecido pela qualidade da serapilheira e da introdução de leguminosas que aumentam o fornecimento de nitrogênio (DECAËNS et al., 1994), porém, isto pode não melhorar as condições de abrigo e umidade do solo não favorecendo outros grupos (TAPIA-CORAL et al., 1999).

No período chuvoso a pastagem BR4 tornou-se mais similar a BR10 (Figura 2), principalmente devido a maior densidade de térmites (Isoptera) e percevejos castanho da raiz (Hemiptera: Cydnidae), que diferiram estatisticamente da mata e BR1 (Tabela 6). Estes percevejos apresentam maior abundância no verão (período de chuvas), sendo encontrados nas camadas de 10-20 e 20-30 cm de profundidade, devido ao seu ciclo de vida, apresentando numerosas populações em pastagens degradadas com mais de 300 indivíduos por ponto de coleta até 30 cm de profundidade (OLIVEIRA, 2003).

A presença de térmites na mata (MT) foi superior as pastagens, com 2816 ind/m<sup>2</sup> no inverno e 790,4 ind/m<sup>2</sup> no verão, diferindo dos dados de BENITO et al. (2004) que encontraram maiores populações de térmites nas pastagens degradadas do que na mata, porém, as maiores populações de térmites foram encontradas em pastagens degradadas (580 ind/m<sup>2</sup>) quando comparadas com as pastagens renovadas. BARROS et al. (2002) e DECAËNS et al. (1994) também encontraram menores populações de térmites em pastagens em relação as matas na região Amazônica e da savana Colombiana. Áreas de pastagens recém perturbadas, com fogo ou cultivo, provocam a

diminuição da população de térmitas; porém após 6 meses a população pode recuperar os valores anteriores (DECAENS et al., 1994; BENITO et al., 2004).

Todas as áreas apresentaram maior riqueza de grupos (taxa) no inverno (Tabela 1 e 2), e maior densidade populacional, concordando com os valores de BENITO (2002) para uma área de mata na região norte do Paraná, mas diferindo das áreas com culturas anuais. A pastagem BR10 apresentou a maior riqueza de taxa, seguida pela MT, porém as pastagens BR1 e BR4 tiveram os maiores índices de diversidade de Shannon e Simpson, tanto no inverno como no verão (Tabela 1 e 2). No entanto, a mata apresentou as maiores densidades de Araneae e Chilopoda no inverno e a manutenção de populações de Dytioptera, Gastropoda e Chilopoda no verão, não ocorrendo estas taxa nas pastagens. Os índices de diversidade da MT e da pastagem BR10 foram maiores no verão, porém não atingiram os valores das outras pastagens.

Os índices de diversidade de Shannon e Simpson valorizam uma baixa densidade populacional, ou seja, a aparição de espécies raras (MAGURRAN, 1988; FELFILI; FELFILI, 2001). Como as densidades populacionais da área BR10 e MT foram mais que duas vezes superiores que os das outras áreas (Tabela 3 e 4) isso ocasionou redução no índice, mesmo com maior riqueza de grupos. Talvez a separação de espécies ou morfoespécies melhore o cálculo da diversidade das áreas, ou a utilização de grupos funcionais ou guildas para corrigir os valores e o peso que cada componente da macrofauna recebe. Por exemplo, em trabalhos com formigas, cada colônia de formigas têm centenas de indivíduos, porém é atribuído o peso 1 para cada uma, evitando grandes valores de densidade (FERREIRA, 1986).

As pastagens BR1 e BR4 apresentaram maior número de adultos Staphylinidae e Scarabaeidae e larvas de Scarabaeidae, no inverno, caindo estes valores para um terço ou menos no verão. Em todas as áreas, houve maior riqueza de

coleópteros no inverno, principalmente larvas, já no verão a população de coleopteros adultos foi maior.

A macrofauna teve maior densidade na camada 0-10 cm no inverno nas pastagens BR1 e BR10 sendo igual na BR4 para as duas épocas. O manejo em cada área influenciou a distribuição vertical da fauna independente da época de coleta (verão ou inverno), porque a distribuição da fauna nas camadas foram diferentes para cada área (Tabela 7). Os grupos taxonômicos mais abundantes como formigas, térmites e percevejos, foram os que mais influenciaram na porcentagem de distribuição vertical, estando nestas profundidades os nichos que eles exploram.

A ocorrência de grupos que são favorecidos pelo man

diversificada, incremento de matéria orgânica, proteção do solo e o controle do pastoreio (DECAËNS et al., 1994; AYARZA et al., 1998; TAPIA-CORAL et al., 1999), podem tornar as pastagens mais produtivas, aumentando assim a biodiversidade dos organismos do solo. O manejo utilizado nas pastagens degradadas em Jaguapitã não proporcionou aumento ou maior riqueza taxonômica das populações da macrofauna invertebrada do solo em relação as pastagens degradadas.

## Referências Bibliográficas

ANDERSON, J. M.; INGRAM J. Tropical soil biology and fertility, a handbook of methods. 2<sup>nd</sup> ed., Oxford, C.A.B., 1993. 221p.

AYARZA, M. A.; VILELA, L.; BARCELLOS, A. DE O.; BALBINO, L. C.; BROSSARD, M.; PASINI, A. Intégration culture-élevage dans les cerrados au Brésil: une solution pour des systèmes durables. Agriculture et Développement, 18: 91-98. 1998.

BARROS, E.; PASHANASI, B.; CONSTANTINO, R.; LAVELLE, P. Effects of land-use system on the soil macrofauna in western Brazilian Amazonia. Biol. Fertil. Soils, 35: 338-347. 2002.

BENITO, N. P. Interferência de sistemas de cultivo sobre a macrofauna invertebrada dos solo. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Londrina. 2002.

BENITO, N. P.; BROSSARD, M.; PASINI, A.; GUIMARÃES, M. DE F.; BOBILLIER, B. Transformations of soil macroinvertebrate populations after native vegetation conversion to pasture cultivation (Brazilian Cerrado). Eur. J. Soil Biol., 40: 147-154. 2004.

BOUSQUET E.; HOLVECK S. Interações homem-solo sobre a microbacia do ribeirão Bandeirantes do Norte (Paraná-Brasil). Tradução Tavares Filho, J. Ed. UEL, Londrina. 1999. 175p.

DECAËNS, 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. J. Soil Biol.*, 30: 157-168. 1994.

DUELI, P.; OBRIST, M. K. Biodiversity indicators: the choice of values and measures. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 98: 87-98. 2003.

FELFILI, M. C.; FELFILI, J. C. Diversidade alfa e beta no cerrado sensu stricto da chapada Pratinha, Brasil. *Act. Bot. Bras.*, 15: 243-254. 2001.

FERREIRA, M. F. DE B. Análise faunística de formicidae (Insecta: Hymenoptera) em ecossistemas naturais e agroecossistemas na região de Botucatu, SP. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho". 1986.

JIMÉNEZ, J. J.; MORENO, A. G.; DECAËNS, T.; LAVELLE, P.; FISHER, M. J. & THOMAS, R. J. Earthworm communities in native savannas and man-made pastures of the Eastern plains of Colombia. *Biol. Fertil. Soils*, 28: 101-110 1998.

LAVELLE, P.; DANGERFIEL, M.; FRAGOSO, C.; ESCHENBRENNER, V.; LOPEZ-HERNANDEZ, D.; PASHANASI, B. & BRUSSAARD, L. The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility, in: SWIFT M. J., WOOMER P. (Eds.), *Tropical soil biology and fertility*, John Wiley-Sayce, New York, 1994. pp. 137-169.

MAGURRAN, A. E. *Ecological diversity and its measurement*. Chapman and Hall, London. 1988. 179p.

OLIVEIRA, E. D. M. de. Metodologia de criação, ocorrência e flutuação populacional do percevejo castanho das raízes *Atarsocoris sp.* (Hemiptera: Cydnidae) em áreas de pastagens de Jaguapitã-Pr. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Londrina. 2003.

STECA, L. C.; FLORES, M. D. História do Paraná: do século XVI à década de 1950. Ed. UEL, Londrina. 2002. 206p.

STEINER, N. C.; KÖHLER, W. Effects of landscape patterns on species richness - a modelling approach. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 98: 353-361. 2003.

TAPIA-CORAL, S. C.; LUIZÃO, F. J. & WANDELLI, V. E. Macrofauna da liteira em sistemas agroflorestais sobre pastagens abandonadas na amazônia central. *Acta Amazonica*, 29:477-495. 1999.

VILLELA, R. A degradação das pastagens no Brasil. Informe Agropecuário, EPAMIG, 22: 20-29. 2001.

Tabela 1 – Macrofauna total (soma n=5), coleta de inverno, com todos os grupos (taxa) considerados para a separação dos indivíduos. BR1 - pastagem em renovação, com aveia; BR4 - pastagem recuperada com 4 anos; BR10 - pastagem degradada; MT - mata nativa. Julho de 2001.

Diversidade		BR1	BR4	BR10	MT
Shannon (H)		1,94	1,72	1,12	1,10
Equabilidade (H / ln S)		0,67	0,57	0,35	0,35
Simpson (D)		5,02	3,40	1,93	1,97
Equabilidade (D / ln S)		1,74	1,13	0,60	0,63
Riqueza		18	20	25	23
Macrofauna		BR1	BR4	BR10	MT
Formiga	Attini	0	0	13	0
	Outras	49	290	1193	284
Coleoptera adulto	Lagriidae	2	0	1	0
	Scarabaeidae	9	50	18	8
	Curculionidae	0	2	0	0
	Carabidae	1	0	1	4
	Staphylinidae	24	25	7	3
	Passalidae	0	3	8	0
	Outros	1	3	1	1
	Coleoptera larva	Lagriidae	1	0	5
Scarabaeidae		106	85	22	6
Elateridae		5	6	6	10
Curculionidae		0	1	1	2
Carabidae		6	4	0	19
Hemiptera	Outros	0	1	3	2
	Auchenorrhyncha	0	0	2	1
Hemiptera	Fitófagos	27	62	160	0
	Predadores	0	3	2	0
Isoptera		10	20	223	880
Lepidoptera		1	1	0	2
Diptera	Tipulidae	0	1	4	17
	Outros	0	0	1	8
Hymenoptera		0	0	1	1
Diplopoda		0	0	2	15
Chilopoda		3	0	0	15
Araneae		2	6	6	16
Gatropoda		1	0	0	1
Orthoptera		0	1	3	0
Isopoda		0	1	2	1
Blattodea		0	0	0	1
Dermaptera		1	0	0	0
Embioptera		0	0	0	1
Oligochaeta		78	15	16	0
Soma		327	580	1701	1298

Tabela 2 – Macrofauna total (soma n=5), coleta de verão, com todos os grupos (taxa) considerados para a separação dos indivíduos. BR1 - pastagem em renovação, com aveia; BR4 - pastagem recuperada com 4 anos; BR10 - pastagem degradada; MT - mata nativa. Março de 2002.

Diversidade		BR1	BR4	BR10	MT
Shannon (H)		1,63	1,38	1,32	1,28
Equabilidade H / ln S		0,68	0,60	0,51	0,52
Simpson (D)		3,53	2,66	2,57	2,19
Equabilidade D / ln S		1,47	1,16	1,00	0,88
Riqueza		11	10	13	12
Macrofauna		BR1	BR4	BR10	MT
Formiga	Outras	1	3	58	56
Coleop. adulto	Scarabaeidae	3	10	21	6
	Carabidae	0	0	0	1
	Staphylinidae	0	10	0	0
	Passalidae	1	1	1	0
Coleop. larva	Scarabaeidae	16	31	28	21
	Elateridae	1	3	2	7
	Carabidae	3	2	12	12
Hemiptera	Auchenorrhyncha	1	0	4	0
	Fitófagos	20	151	368	0
Isoptera		0	44	138	247
Lepidoptera	Imaturos	0	0	1	0
Diplopoda		0	0	0	4
Chilopoda		0	0	0	7
Araneae		1	0	1	0
Gastropoda		0	0	0	10
Orthoptera		1	0	2	0
Blattodea		0	0	0	4
Oligochaeta		1	8	4	2
Soma		49	263	640	377

Tabela 3. – Densidade populacional média (n=5) da macrofauna invertebrada do solo (ind/m<sup>2</sup> ± EP) dos taxa utilizados nas análises estatísticas, coleta de inverno, das áreas BR1 (pastagem em renovação), BR4 (pastagem renovada com 4 anos), BR10 (pastagem degradada com 10 anos) e MT (Mata).

Macrofauna	BR1	BR4	BR10	MT
Formicidae	156,8±90,4	928,0±523,8	3859,2±2186,5	908,8±509,2
Coleoptera A. <sup>1</sup>	118,4±56,0	265,6±107,0	115,2±25,5	51,2±25,0
Coleoptera L. <sup>1</sup>	377,6±114,6	310,4±43,7	118,4±31,0	124,8±28,4
Hemiptera	86,4±21,2	208,0±110,4	524,8±254,8	3,2±3,2
Isoptera	32,0±24,8	64,0±46,6	713,6±229,2	2816,0±1297,0
Diptera	0	3,2±3,2	16,0±12,4	80,0±36,8
Diplopoda	0	0	6,4±3,9	48,0±28,2
Chilopoda	9,6±9,6	0	0	48,0±22,6
Araneae	6,4±3,9	19,2±11,8	19,2±3,2	51,2±7,8
Oligochaeta	249,6±194,6	48,0±22,6	51,2±23,4	0
Outros	9,6±3,9	9,6±6,4	22,4±10,9	28,8±11,8
Total	1046,4±346,0	1856,0±436,4	5446,4±2232,6	4160,0±1240,9

1 - A. - adulto; L. - larva.

Tabela 4. – Densidade populacional média (n=5) da macrofauna invertebrada do solo (ind/m<sup>2</sup> ± EP) dos taxa utilizados nas análises estatísticas, coleta de verão, das áreas BR1 (pastagem em renovação), BR4 (pastagem renovada com 4 anos), BR10 (pastagem degradada com 10 anos) e MT (Mata).

Macrofauna	BR1	BR4	BR10	MT
Formicidae	3,2±3,2	9,6±9,6	185,6±78,5	179,2±114,9
Coleoptera A. <sup>1</sup>	12,8±6,0	67,2±17,8	70,4±30,6	22,4±8,15
Coleoptera L. <sup>1</sup>	64,0±18,2	115,2±45,1	134,4±17,2	128,0±29,5
Hemiptera	67,2±22,3	483,2±111,5	1190,4±234,7	0
Isoptera	0	140,8±95,3	441,6±323,2	790,4±458,2
Oligochaeta	3,2±3,2	25,6±9,6	12,8±6,0	6,4±6,4
Outros	6,4±3,9	0	12,8±6,0	80,0±24,8
Total	156,8±35,9	841,6±180,7	2048,0±466,5	1206,4±551,3

1 - A. - adulto; L. - larva

Tabela 5. Análise de Componentes Principais, porcentagem de informação dos tratamentos em cada eixo e porcentagem de informação em cada eixo e correlação variável-eixo, calculado com valores de densidade populacional da macrofauna do solo, Jaguapitã- PR. BR1 (pastagem em renovação), BR4 (pastagem renovada com 4 anos), BR10 (pastagem degradada com 10 anos) e MT (Mata).

Tratamentos	Inverno			Verão		
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Info. no eixo	44,76	37,90	17,34	57,45	31,59	10,96
BR1	(+)19,51	(+)1,21	(-)54,27	(-)58,22 <sup>1</sup>	(-)0,28	(+)16,49
BR4	(+)26,90	(+)2,61	(+)45,49	(+)0,60	(-)43,42	(-)30,98
BR10	(-)8,24	(-)66,56	(+)0,21	(+)40,97	(-)0,14	(+)33,89
MATA	(-)45,35	(+)29,62	(+)0,03	(+)0,21	(+)56,16	(-)18,64
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Variáveis	Inverno			Verão		
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Formicidae	-0,41	-0,88	0,25	0,71	0,69	0,15
Coleoptera A. <sup>2</sup>	0,78	-0,06	0,62	0,80	-0,60	-0,02
Coleoptera L. <sup>2</sup>	0,92	0,28	-0,27	0,94	0,21	-0,27
Auchenorrhyncha	-	-	-	0,99	0,01	0,12
Hemiptera F. <sup>2</sup>	-0,59	-0,74	0,31	0,97	0,08	0,24
Hemiptera P. <sup>2</sup>	0,57	0,69	0,44	-	-	-
Isoptera	-0,90	0,42	0,04	-0,04	1,00	0,05
Diptera	-0,73	0,60	-0,35	-	-	-
Diplopoda	-0,27	0,96	-0,02	-	-	-
Chilopoda	-0,79	0,31	0,53	-	-	-
Araneae	-0,82	0,48	0,30	-	-	-
Orthoptera	-0,57	-0,69	-0,44	0,99	0,01	0,12
Isopoda	-0,17	-0,95	-0,25	-	-	-
Oligochaeta	0,26	0,35	-0,90	0,47	-0,74	-0,48
Outros	-0,91	0,6	-0,20	0,12	0,65	-0,75

1 - o sinal entre parênteses indica a posição no eixo e a relação com as variáveis.

2 - A. – adulto; L. – larva; F. – fitófago; P. – predador.

- valores baixos de densidade populacional não apresentaram correlação com os eixos.

Tabela 6. Teste de média para os valores de densidade populacional (n=5). BR1 (pastagem em renovação), BR4 (pastagem renovada com 4 anos), BR10 (pastagem degradada com 10 anos) e MT (Mata).

Variáveis	Inverno					Verão				
	BR1	BR4	BR10	MT	CV%	BR1	BR4	BR10	MT	CV%
Formicidae	2,6 a	6,1 a	12,4 a	6,1 a	95,6	0,8 a	0,9 a	3,2 a	2,6 a	79,9
Coleoptera A. <sup>1</sup>	2,5 a	3,9 a	2,7 a	1,7 a	44,4	1,1 a	2,1 a	2,0 a	1,3 a	40,8
Coleoptera L. <sup>1</sup>	4,7 a	4,4 a	2,7 a	2,8 a	30,0	2,0 a	2,6 a	3,0 a	2,8 a	28,3
Hemiptera	2,4 ab	3,2 ab	4,9 a	0,8 b	69,4	2,1 c	5,4 b	8,4 a	0,7 c	33,2
Isoptera	1,3 b	1,7 b	6,0 ab	12,1 a	68,4	0,7 a	2,3 a	3,6 a	5,8 a	105,9
Díptera	0,7 b	0,8 b	1,1 ab	2,1 a	56,9	-	-	-	-	-
Diplopoda	0,7 a	0,7 a	0,9 a	1,6 a	55,6	-	-	-	-	-
Chilopoda	0,9 ab	0,7 b	0,7 b	1,7 a	49,0	-	-	-	-	-
Araneae	0,9 b	1,2 b	1,3 ab	1,9 a	29,0	-	-	-	-	-
Oligochaeta	3,1 a	1,7 a	1,8 a	0,7 a	84,4	0,8 a	1,4 a	1,1 a	0,9 a	37,1
Outros	1,0 a	1,0 a	1,3 a	1,4 a	40,3	0,9 b	0,7 b	1,1 b	2,3 a	35,0

\* - médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente para o teste de Tukey ( $p>0,05$ ), valores transformados com raiz( $x+0,5$ ).

1 - A. - adulto; L. - Larva.

Tabela 7. Distribuição, em porcentagem, da macrofauna em profundidade, nos tratamentos BR1 (pastagem em renovação), BR4 (pastagem renovada com 4 anos), BR10 (pastagem degradada com 10 anos) e MT (Mata), na coleta de março e julho, 2001.

Profundidade	Inverno			
	BR1	BR4	BR10	MT
0-10 cm	49,54	34,14	38,54	56,85
10-20 cm	39,45	44,66	25,79	14,08
20-30 cm	11,01	21,21	35,66	29,08
Profundidade	Verão			
	BR1	BR4	BR10	MT
0-10 cm	48,98	35,74	20,00	42,18
10-20 cm	20,41	19,39	52,66	49,60
20-30 cm	30,61	44,87	27,34	8,22

Figura 1. Classificação Hierárquica Direta dos tratamentos BR1 (pastagem em renovação), BR4 (pastagem renovada com 4 anos), BR10 (pastagem degradada com 10 anos) e MT (Mata), na coleta de julho, 2001.

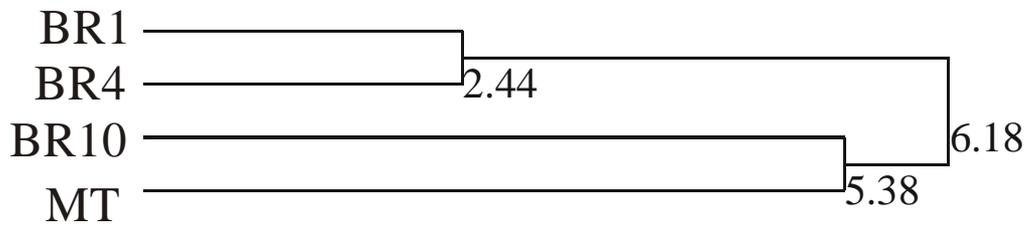
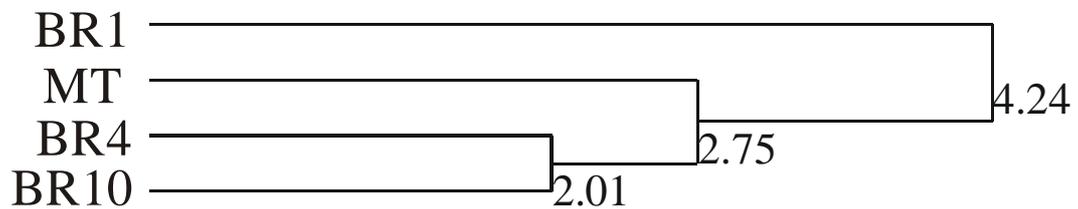


Figura 2. Classificação Hierárquica Direta dos tratamentos BR1 (pastagem em renovação), BR4 (pastagem renovada com 4 anos), BR10 (pastagem degradada com 10 anos) e MT (Mata), na coleta de março, 2002.



# Parte 3

**Riqueza de espécies da macrofauna invertebrada do solo em áreas agrícolas de Jaguapitã-PR.**

## **Riqueza de espécies da macrofauna invertebrada do solo em áreas agrícolas de Jaguapitã-Pr.**

### Resumo

Estudos preliminares de biodiversidade em diversos ecossistemas indicam que o número de espécies, densidade populacional e biomassa decrescem dos sistemas naturais para os sistemas agrícolas. O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos dos manejos adotados em áreas agrícolas de Jaguapitã-Pr sobre a densidade populacional e a riqueza taxonômica da macrofauna invertebrada do solo, verificando as similaridades entre as áreas. As coletas foram feitas no município de Jaguapitã, região norte do Estado do Paraná, em Latossolo Vermelho textura arenosa (arenito), situado à latitude de 23°00'S, longitude de 51°30'O, nas épocas de chuvas e seca de 2004. A amostragem consistiu na retirada de 25 monólitos de cada área (25 x 25cm), sendo 20 retirados na camada de 0-10 cm e 5 de 0-30 cm de profundidade. Dez sistemas foram amostrados, 9 no período de chuvas e 9 no seco: 3 pastagens em processo de renovação e 3 degradadas, 2 áreas cultivadas com soja (*Glycine max*) sob plantio convencional e 2 com cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.). A macrofauna foi separada em morfoespécies. No verão foram encontradas 188 morfoespécies e no inverno 249. Em Jaguapitã a riqueza de espécies no ambiente foi maior que nas áreas individuais, pela presença de muitas espécies exclusivas. Em geral as similaridades não foram maiores que 55% e menores que 15%. A utilização de esterco beneficiou o incremento de espécies na pastagem.

Palavras-chave: pastagem, similaridade, morfoespécies, manejo.

## Soil macrofauna richness in land management in Jaguapitã-Pr.

### Abstract

The biodiversity of the species number, density and biomass decrease of the natural systems for agricultural systems. The present study evaluated the effect of the management of agricultural systems on soil macrofauna richness in Jaguapitã, State of Paraná, Brazil. Soil samplings were taken in the agricultural areas in the winter (drought period) and summer (rainy period). Soils at the sites were Red Sandy Latossols. Ten land uses were evaluated: three pasture in recovery, three degraded pasture, two agricultural land with soybean and two agricultural land with sugar cane. At each site, 5 monoliths of 25x25x30 cm and 20 monoliths of 25x25x10 cm were taken at regular 10m intervals. The macrofauna was removed manually from the soil and placed in alcohol 75% and the animals later counted and separated in the different species. In summer 188 species and in the winter 249 species were taken. The species richness in landscape are greater than in agricultural lands, due the number of exclusive species in each site. Soil macrofauna were more abundant and diverse in the winter than the summer. The site similarity didn't are higher than 55% and smaller than 15%. The make use of organic matter in pastures increase the number species.

Word-key: termite, coleoptera, formicidae, diversity, taxonomic richness.

## **Introdução**

A população da macrofauna sofre alterações devido a vários fatores relativos ao solo, como umidade, temperatura, matéria orgânica, etc; as atividades agrícolas influenciam estes fatores, e, conseqüentemente, a fauna. Modificações no ambiente exercem influência, não somente no número, como também nas espécies de organismos do solo. A transformação de áreas de florestas ou de pastagens para cultivo implica numa mudança drástica no meio. Estudos preliminares de biodiversidade em diversos ecossistemas indicam que o número de espécies, densidade populacional e biomassa decrescem dos sistemas naturais para os sistemas agrícolas. A principal razão disto refere-se ao decréscimo da matéria orgânica e elementos essenciais no solo dos sistemas agrícolas (POKARZHEVSKII; KRIVOLUTSKII, 1997).

A utilização de artrópodes para compreender um processo de restauração ou de cultivo de uma área tem muitas vantagens. Um curto tempo entre gerações torna-os ideais para traçar mudanças anuais em uma área, enquanto o pequeno tamanho os tornam eficientes monitores de sutis e importantes variações que podem influenciar a qualidade de um habitat. Eles ocupam uma grande diversidade de nichos e tem muitos papéis ecológicos, tem grande variação no tamanho do corpo, dispersão e taxas de crescimento rápidas (MCGEOCH et al., 1998).

O estudo de vários grupos da fauna pode apresentar resultados mais detalhados do que o estudo de apenas um grupo. Pode-se achar alta significância em correlações entre riqueza de espécies de alguns grupos com o global número de espécies, no entanto, a riqueza de espécies de um simples grupo de organismo não fornecerá informação suficiente para: a) qualquer tipo de comparação entre habitats, ecossistemas e paisagens, porque a mesma riqueza de espécies em diferentes habitats, ecossistemas e paisagens normalmente representam diferentes composições de espécies;

b) análise da função da diversidade de espécie em ecossistemas, porque um simples grupo taxonômico pode representar mais que uma ou duas funções; c) análise do impacto de fatores ambientais explicativos sobre biodiversidade, porque um grupo pode não reagir do mesmo modo que outro grupo para os mesmos fatores ambientais (JEANNERET et al., 2003).

Analisar toda a macrofauna encontrada no solo, com seus diferentes grupos, pode nos oferecer maior número de informações sobre as populações e suas relações com os manejos adotados.

O objetivo deste trabalho foi medir os efeitos dos manejos em áreas agrícolas de Jaguapitã-Pr e a similaridade entre estas áreas, através da densidade populacional e da riqueza taxonômica da macrofauna invertebrada do solo.

## **Material e Métodos**

As coletas foram feitas no município de Jaguapitã, região norte do Estado do Paraná, em Latossolo Vermelho textura arenosa (arenito), situado à latitude de 23°00'S, longitude de 51°30'O e altitude média de 550 m, com relevo plano a suave ondulado. O clima é Cfa, mesotérmico úmido. As coletas foram feitas nas épocas de chuva e seca de 2004. A amostragem consistiu na retirada de 25 monólitos de cada área (25 x 25cm) baseado na metodologia TSBF (ANDERSON; INGRAM, 1993). Destes 25 monólitos, 20 foram retirados na camada de 0-10 cm e 5 monólitos de 0-30 cm de profundidade (número mínimo recomendado pelo TSBF). Sabe-se que a camada de 0-10 cm recebe maior impacto quanto o solo é manejado com máquinas ocorrendo maiores modificações da fauna (BENITO et al., 2004), e grande parte da população se encontra nesta camada, sendo em torno de 60 a 80 % dos animais coletados (DIAS et al., 1997). Os 5 monólitos de 0-30 cm foram sempre coletados na diagonal em relação

ao declive do terreno. Dez sistemas foram amostrados, 9 no período de chuvas e 9 no seco: 3 pastagens em processo de renovação e 3 degradadas, 2 áreas cultivadas com soja (*Glycine max*) sob plantio convencional e 2 com cana-de-açúcar (*Saccharum sp.*).

Os blocos de solo foram colocados em sacos plásticos, etiquetados e levados para o Laboratório de Entomologia da UEL. A macrofauna foi retirada manualmente e conservada em álcool 75%, as minhocas foram conservadas em formol 4%.

A macrofauna foi separada em grandes grupos taxonômicos que foram pesados e contados, depois todas as morfoespécies (espécies) de todas as áreas foram separadas e contadas.

Contou-se o número total de morfoespécies de cada tratamento, o número de espécies comuns e o número de espécies exclusivas. Foram calculados os índices de similaridade de Sorensen e Mountford (MAGURRAN, 1988).

Descrição das áreas

### JM - pastagem recém renovada

Área com 15 anos de pastagem, antes havia café africano. Em 2001, a pastagem foi arada, adubada com 5 ton. de calcário/alqueire, gradeada e semeada com Capim estrela roxa (*Cynodon sp.*). Posteriormente, a grama mato grosso (*Paspalum sp.*) dominou o local. Em abril de 2004, a grama mato grosso foi dissecada com Glyphosate. Foram colocados 800 Kg de cama-de-frango por alqueire e incorporados com grade niveladora, pouco antes da semeadura de *Brachiaria brizantha*.

### PD - pastagem degradada

Havia café na década de 40 e 50. Posteriormente, a amora foi cultivada por 2 anos, seguida de pastagem de grama mato grosso (*Paspalum sp.*) por 5 anos. Após isto foi semeado *Brachiaria brizantha*, depois da aração (arado de disco), utilização de 5 ton. de

calcário e gradagem (padrão que o agricultor utiliza). Hoje a pastagem tem mais de 15 anos sem qualquer manejo para renovação, tendo a maior parte do pasto dominado por *Paspalum sp.*

### **PR - pastagem renovada**

Permaneceu com pastagem (*Paspalum sp.*) por mais de 15 anos, mas há 1 ano e meio foi renovada e semeada *Brachiaria brizantha*, com o mesmo esquema de preparo do solo e aplicação de calcário das áreas anteriores. Antes da pastagem era um cafezal que recebia adubação de NPK.

### **PA - pastagem degradada**

Pastagem com grama mato grosso (*Paspalum sp.*) por mais de 15 anos. Antes era café.

#### **PA\_A - pastagem degradada**

Pastagem com 15-20 anos de grama mato grosso (*Paspalum sp.*), sem renovação. Área com elevada umidade do solo, muitos arbustos e declividade entre 6 e 10%.

### **SO - soja (*Glycine max*)**

Antes era pasto com grama mato grosso. A soja foi implantada há 6 anos sendo a sucessão das culturas: aveia no inverno, milho ou soja no verão (geralmente soja). A cada 2 anos recebe cerca de 3,5 ton. de calcário/alqueire, com gradagem anual.

### **SJ - soja (*Glycine max*)**

Antes era pastagem com *Paspalum sp.* Em 2002 foi transformada em cultivo de soja, com a aplicação de 5 ton. de calcário/alqueire. Tem a mesma sucessão de culturas que SO.

### **PP - pastagem renovada**

Cultivada com café até a década de 80. Em 1981, foi implantada pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf. De 1996 a 1998 foi reformada e cultivada com milho sem

adubação (2 anos) e sorgo, em janeiro de 1998, sem adubação. Em 1999 ocorreu semeadura a lanço de *Brachiaria brizantha* (Hochst.) Stapf, sem incorporação das sementes e sem adubação. A pastagem formou-se irregularmente, e hoje é uma mistura de *Brachiaria brizantha* (Hochst.) Stapf e *Brachiaria decumbens* Stapf. com reboleiras de *Paspalum* sp. Em 2004 foi semeada novamente *Brachiaria Brizantha*.

#### **CN e CA – cana-de-açúcar (*Saccharum* sp)**

Áreas de pastagens com mais de 15 anos que começaram a ser cultivadas com cana em 2003.

#### **Resultados**

Na primeira coleta (março) o total de espécies encontradas foi de 188, na segunda coleta (setembro) o total de espécies subiu para 249 morfoespécies (Tabelas 5 e 6).

Os índices de similaridade de Sorensen e Mountford apresentaram respostas (índices) parecidas entre as áreas, apesar de pequenas diferenças, porque o índice de Mountford interpola o número total de espécies encontradas com o número de espécies comuns multiplicado pelo número total de espécies.

A pastagem renovada PP apresentou maior número de espécies da primeira coleta (72), assim como o maior o número de espécies exclusivas (25) (Tabela 1). As áreas que apresentaram menor riqueza foram a SJ (25) e CA (26), e a SJ teve o menor número de espécies exclusivas (3). A área SJ apresentou maior similaridade com SO, porém esta foi mais similar a PA. A CA foi mais similar a CN, porém esta também foi mais similar a PA. As pastagens degradadas foram similares entre si e com a PR (pastagem renovada), apresentando os maiores valores de similaridade. A pastagem PA apresentou valores altos de similaridade com todas as áreas, porque teve um dos

maiores números de espécies (52) e um dos menores números de espécies exclusivas (8).

Na segunda coleta, JM, PA\_A e SJ, apresentaram mais espécies (77, 72 e 75, respectivamente). PA\_A passou a ter o maior número de espécies exclusivas. SJ passou a ter 33 espécies exclusivas contrastando com as, apenas, 3 exclusivas encontradas no verão. SO, CN e CA tiveram menos espécies totais e menos espécies exclusivas. As sojas foram mais similares com pastagens, e depois entre si. As áreas de cana-de-açúcar também foram mais similares com uma pastagem depois entre si. De maneira geral as similaridades entre as pastagens diminuíram, sendo a maior entre PD e PR (41,58), e as similaridades das culturas de soja e cana com as pastagens aumentaram.

Isoptera apresentou as maiores populações nas pastagens degradadas tanto no verão (chuva) como no inverno (seca), porém pequeno número de espécies, 7 no verão e 6 no inverno.

Formicidae foi menos numerosa nas áreas de soja e cana e na área recém revolvida JM, no verão. No inverno, as áreas tiveram aumento da densidade de indivíduos, ou mantiveram valores próximos aos encontrados no verão.

Os Oligochaetas apresentaram maiores densidades nas pastagens, diminuindo estes valores no inverno. No verão as pastagens renovadas JM e PR tiveram maior densidade, porém não tiveram o maior número de espécies (6 espécies em cada). No inverno a pastagem PA\_A teve as maiores populações (mesmo comparado ao verão) e 5 espécies.

Coleóptera (adultos e larvas) foram mais abundantes nas pastagens tanto no verão como no inverno, e tiveram o maior número de espécies.

As pastagens degradadas tiveram no verão e no inverno as maiores densidades totais de macrofauna.

Chilopoda e Arachnida foram mais abundantes nas pastagens nas coletas de verão e inverno, incluindo a SJ no inverno, que teve a segunda maior abundância de Araneae. SJ no inverno teve aumento tanto na densidade de indivíduos total como no número de espécies.

### **Discussão**

O maior número de indivíduos em determinado grupo taxonômico, por exemplo térmitas (Isoptera) ou Oligochaeta não reflete um maior número de espécies a serem encontrados (Tabelas 7 e 8). Os grupos taxonômicos escolhidos podem não ter uma diversidade tão grande em todas as áreas, bem como, o número de espécies de diferentes grupos taxonômicos pode não ser o mesmo, mascarando a riqueza e a diversidade da área. Em muitos casos é necessário conhecer uma comunidade inteira para desenvolver bioindicadores com boa aceitação (ANDERSEN, 1995; STRAALLEN, 1998).

DANGERFIELD (1990) calculou o índice de similaridade de Sorensen, utilizando grupos da macrofauna (Ordens), e encontrou maior similaridade entre áreas com histórico parecido, estando um cultivo de milho o mais distante de outras áreas de savana manejadas, porém todas as áreas apresentaram índices de similaridade acima de 65%, porque a similaridade entre ordens foi maior. As áreas de pastagens analisadas de Jaguapitã apresentam no máximo 54,24% similaridade, mesmo apresentando os mesmos grandes grupos taxonômicos e com valores próximos de densidade populacional. Por exemplo, as pastagens PA e PD teriam 75% de similaridade no verão (Sorensen) se fosse utilizado os taxa da Tabela 7. Já no inverno as pastagens PA\_A e

PD teriam 90,32% de similaridade no inverno utilizando a Tabela 8, sendo que com a diferenciação das espécies este valor caiu para 27,20%. Porque dentro dos táxons as espécies foram diferentes, com PA\_A apresentando muitas espécies exclusivas (37).

Em PA\_A o número de Oligochaetas foi maior, sendo encontradas poucas espécies. Isto pode ser usado para interpretar características daquele ambiente e sua relação com o grupo encontrado (BARROS et al., 2004). Como PA\_A apresentou maior umidade e quantidade de carbono, estes fatores podem explicar direta ou indiretamente o aumento de algumas espécies de minhocas (DIDDEN et al., 1994; BARROS et al., 2002).

Em outras áreas cultivadas, como SO, SJ, CN, CA, a mecanização e aplicação de insumos, pode reduzir a densidade das populações de Oligochaetas como nas áreas estudadas por DECAËNS et al. (1994) e LAVELLE e PASHANASI (1989), mas não restringindo o aparecimento de espécies.

Térmitas foram abundantes em pastagens degradadas (PA e PD) ou com longo período sem mecanização, constituindo-se uma característica biológica destas áreas (DECAËNS et al. 1994; BENITO et al. 2004).

As considerações anteriores não devem ser generalizadas, porque não servem para outros ambientes que não tem espécies de determinado grupo (p.e. Oligochaeta). Para explicar a diversidade do ambiente são necessários grupos com muitas espécies, que provavelmente estão envolvidas com diferentes aspectos deste ambiente, conseqüentemente sendo possível medir mudanças neste com a variação do número de espécies (HILL; HAMER, 1998).

Usando então grupos que apresentaram muitas espécies, pode-se propor Coleoptera (adultos e larvas) e Hymenoptera como bioindicadores do sistema. Estes grupos podem apresentar ainda subgrupos que podem ser sensíveis indicadores de

condições do ambiente (BOHAC, 1999; LOBRY DE BRUYN, 1999; MCGEOCH et al., 2002). As condições do ambiente a serem estudadas: poluição, manejo, diversidade de plantas; podendo-se medir assim a conservação de espécies (aparecimento de espécies raras), a resiliência ecológica (a permanência da diversidade de espécies), ou aparecimento de pragas e espécies para controle biológico (DUELLI; OBRIST, 2003).

Estudos com alguns insetos pragas do solo também foram feitos na região (EMATER, 1990; OLIVEIRA, 2003), tendo sua importância para a agricultura, mas o conhecimento dos invertebrados do solo e seus benefícios para o ambiente, assim como os benefícios da diversidade no ambiente devem ser estudados (PAOLETTI, 1999).

Porém, analisando, qual a importância da composição das diversas áreas de uma paisagem (pastagens, áreas de cultivo, bordaduras e áreas preservadas), sobre a diversidade? E, como a interação dos fatores de cada área, diversidade e distribuição de plantas, sucessão da vegetação, manejos, deposição de restos vegetais, utilização de insumos (WARDLE et al. 1995; DECAËNS et al. 1998), pode afetar os bioindicadores escolhidos?

Todas as áreas estudadas apresentaram espécies exclusivas, e apenas 2 espécies apareceram em todas as áreas no verão e 3 espécies no inverno. Quanto maior o número de espécies encontradas, maior o número de espécies exclusivas e de espécies comuns. Sendo assim, as 9 áreas estudadas compõem uma paisagem mais complexa que as áreas isoladas.

A heterogeneidade de uma paisagem tem um grande efeito sobre a diversidade local, sendo que a existência de diferentes ambientes garante maior diversidade alfa (para cada área) (STEINER; KÖHLER, 2003). A alta diversidade encontrada na soma de todas as áreas (paisagem) garante maior presença de novas

espécies no ambiente, sendo útil para o homem em diferentes funções ambientais (WOLTERS, 2001). O tamanho das áreas agrícolas que compõem a paisagem e as áreas intermediárias também influenciam a estruturação do ambiente (diversidade estrutural) (KANTELHARDT et al., 2003).

Em Jaguapitã a riqueza de espécies no ambiente (todos os ecossistemas somados) foi maior que nas áreas individuais, pela presença de muitas espécies exclusivas, apresentando, em geral, similaridades menores que 55% e maiores que 15%. Manejos que beneficiem o incremento de espécies, como a utilização de esterco em JM, podem melhorar a riqueza de espécies.

## Referências Bibliográficas

- ANDERSEN, A. N. Measuring more of biodiversity: genus richness as a surrogate for species richness in Australian ant faunas. *Biological Conservation*, 73: 39-43. 1995.
- ANDERSON, J. M. & J. INGRAM. *Tropical soil biology and fertility, a handbook of methods*. 2ed., Oxford: C.A.B., 1993. 221p.
- BARROS, E.; PASHANASI, B.; CONSTANTINO, R.; LAVELLE, P. Effects of land-use system on the soil macrofauna in western Brazilian Amazônia. *Biol. Fertil. Soils*, 35: 338-347. 2002.
- BARROS, E.; GRIMALDI, M.; SARRAZIN, M.; CHAUVEL, A.; MITJA, D.; DESJARDINS, T.; LAVELLE, P. Soil physical degradation and changes in macrofaunal communities in Central Amazon. *Applied Soil Ecology*, 26, 157-168. 2004.
- BENITO, N. P.; BROSSARD, M.; PASINI, A.; GUIMARÃES, M. DE F.; BOBILLIER, B. Transformations of soil macroinvertebrate populations after native vegetation conversion to pasture cultivation (Brazilian Cerrado). *European Journal of Soil Biology*, 40: 147-154. 2004.
- BOHAC, J. Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture, ecosystems and environment*, 74: 357-372. 1999.

DANGERFIELD, J. M. Abundance, biomass and diversity of soil macrofauna in savanna woodland and associated managed habitats. *Pedobiologia*, 34: 141-150. 1990.

DECAËNS, 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. J. Soil Biol.*, 30(4): 157-168p. 1994.

DECAËNS, T.; DUTOIT, T.; ALARD, D. & LAVELLE, P. Factors influencing soil macrofaunal communities in post-pastoral successions of western France. *Applied Soil Ecology*, 9: 361-367. 1998.

DIAS, V. S.; BROSSARD, M. & LOPES ASSAD, M. L. Macrofauna edáfica invertebrada em áreas de vegetação nativa da região de cerrados. Contribuição ao conhecimento ecológico do cerrado – Trabalhos selecionados do 3º congresso de ecologia do Brasil, 168-173p. 1997.

DIDDEN, W. A. M.; MARINISSEN, J. C. Y.; VREEKEN-BUIJS, M. J.; BURGERS, S. L. G. E.; FLUITER, R. DE; GEURS, M.; BRUSSAARD, L. Soil meso and macrofauna in two agricultural systems: factors affecting population dynamics and evaluation of their role in carbon and nitrogen dynamics. *Agriculture, ecosystems and environment*, 51: 171-186. 1994.

DUELI, P.; OBRIST, M. K. Biodiversity indicators: the choice of values and measures. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 98: 87-98. 2003.

EMATER. Formigas Cortadeiras: instruções básicas para o controle. Joaquim Carlos Thomas (org.). Curitiba, PR.. 1990. 32p

KANTELHARDT, J.; OSINSKI, E.; HEISSENHUBER, A. Is there a reliable correlation between hedgerow density and agricultural site conditions? *Agriculture, ecosystems and environment*, 98:517-527. 2003.

JEANNERET, PH.; SCHÜPBACH, B.; LUKA, H. Quantifying the impact of landscape and habitat features on biodiversity in cultivated landscapes. *Agriculture, ecosystems and environment*, 98: 311-320. 2003.

LAVELLE, P.; PASHANASI, B. Soil macrofauna and land management in peruvian amazonia (Yurimaguas, Loreto). *Pedobiologia*, 33: 283-291. 1989.

LOBRY DE BRUYN, L. A. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. *Agriculture, ecosystems and environment*, 74: 425-441. 1999.

MAGURRAN, A. E. *Ecological diversity and its measurement*. Chapman and Hall, London. 1988. 179p.

MCGEOCH, A. M.; RENSBURG, B. J. VAN; BOTES, A. The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. *Journal of applied ecology*, 39: 661-672. 2002.

OLIVEIRA, E. D. M. de. Metodologia de criação, ocorrência e flutuação populacional do percevejo castanho das raízes *Atarsocoris sp.* (Hemiptera: Cydnidae) em áreas de pastagens de Jaguapitã-Pr. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Londrina. 2003.

PAOLETTI, G. M. Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 1-18. 1999.

POKARZHEVSKII, A. D. & KRIVOLUTSKII, D. A. Problems of estimating and maintaining biodiversity of soil biota in natural and agroecosystems: a case study of chernozem soil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 62: 127-133. 1997.

STEINER, N. C.; KÖHLER, W. Effects of landscape patterns on species richness - a modelling approach. *Agriculture, ecosystems and environment*, 98: 353-361. 2003.

STRAALEN, N. M. VAN. Evaluation of bioindicator systems derived from soil arthropod communities. *Applied Soil Ecology*, 9: 429-437. 1998.

WARDLE, D. A.; YEATES, G. W.; WATSON, R. N.; NICHOLSON, K. S. The detritus food-web and the diversity of soil fauna as indicators of disturbance regimes in agro-ecosystems. *Plant and Soil*, 170: 35-43. 1995.

WOLTERS, V. Biodiversity of soil animals and its function. *Eur. J. Soil Biol.*, 37: 221-227. 2001.

Tabela 1. Número total de espécies, espécies exclusivas, espécies coincidentes e índices de similaridade de Mountford e Sorensen das áreas: JM (pastagem renovada), PA (pastagem degradada), PR (pastagem renovada), PP (pastagem renovada), PD (pastagem degradada), SJ (soja), SO (soja), CN (cana-de-açúcar), CA (cana-de-açúcar).

Coleta março/2004. Jaguapitã-Pr.

	Áreas								
	JM	PA	PR	PP	PD	SJ	SO	CN	CA
Total de Espécies	53	52	57	72	61	25	46	31	26
Espécies Exclusivas	15	8	13	25	13	3	10	8	8
Número de espécies comuns entre as áreas									
	JM	PA	PR	PP	PD	SJ	SO	CN	CA
PA	20	-	-	-	-	-	-	-	-
PR	21	24	-	-	-	-	-	-	-
PP	19	21	26	-	-	-	-	-	-
PD	23	30	32	24	-	-	-	-	-
SJ	11	10	13	10	11	-	-	-	-
SO	19	21	19	17	20	12	-	-	-
CN	13	16	13	14	15	7	11	-	-
CA	7	11	9	9	8	7	10	11	-
Similaridade Mountford									
JM	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PA	0,0117	-	-	-	-	-	-	-	-
PR	0,0113	0,0145	-	-	-	-	-	-	-
PP	0,0072	0,0086	0,0107	-	-	-	-	-	-
PD	0,0120	0,0203	0,0201	0,0086	-	-	-	-	-
SJ	0,0123	0,0109	0,0146	0,0076	0,0105	-	-	-	-
SO	0,0127	0,0154	0,0116	0,0074	0,0115	0,0166	-	-	-
CN	0,0119	0,0169	0,0109	0,0093	0,0125	0,0121	0,0110	-	-
CA	0,0064	0,0119	0,0081	0,0063	0,0065	0,0148	0,0120	0,0223	-
Similaridade Sorensen									
JM	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PA	38,10	-	-	-	-	-	-	-	-
PR	38,18	44,04	-	-	-	-	-	-	-
PP	30,40	33,87	40,31	-	-	-	-	-	-
PD	40,35	53,10	54,24	36,09	-	-	-	-	-
SJ	28,21	25,97	31,71	20,62	25,58	-	-	-	-
SO	38,38	42,86	36,89	28,81	37,38	33,80	-	-	-
CN	30,95	38,55	29,55	27,18	32,61	25,00	28,57	-	-
CA	17,72	28,21	21,69	18,37	18,39	27,45	27,78	38,60	-

Tabela 2. Número total de espécies, espécies exclusivas, espécies coincidentes e índices de similaridade de Mountford e Sorensen das áreas: JM (pastagem renovada), PA (pastagem degradada), PR (pastagem renovada), PP (pastagem renovada), PD (pastagem degradada), SJ (soja), SO (soja), CN (cana-de-açúcar), CA (cana-de-açúcar).

Coleta setembro/2004. Jaguapitã-Pr.

	Áreas								
	JM	PA	PR	PP	PD	SJ	SO	CN	CA
Total de espécies	77	72	48	42	53	75	33	28	27
Espécies Exclusivas	31	37	13	14	17	33	6	9	5
Número de espécies comuns									
PA	23	-	-	-	-	-	-	-	-
PR	16	15	-	-	-	-	-	-	-
PP	14	12	13	-	-	-	-	-	-
PD	19	17	21	12	-	-	-	-	-
SJ	27	17	16	15	16	-	-	-	-
SO	18	15	12	13	11	18	-	-	-
CN	12	7	10	11	9	11	8	-	-
CA	14	13	11	9	14	11	6	8	-
Similaridade Mountford									
JM	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PA	0,0060	-	-	-	-	-	-	-	-
PR	0,0059	0,0059	-	-	-	-	-	-	-
PP	0,0058	0,0051	0,0091	-	-	-	-	-	-
PD	0,0067	0,0062	0,0142	0,0072	-	-	-	-	-
SJ	0,0073	0,0041	0,0061	0,0066	0,0054	-	-	-	-
SO	0,0116	0,0094	0,0109	0,0145	0,0086	0,0120	-	-	-
CN	0,0079	0,0042	0,0104	0,0139	0,0080	0,0072	0,0118	-	-
CA	0,0104	0,0100	0,0125	0,0109	0,0161	0,0075	0,0084	0,0149	-
Similaridade Sorensen									
JM	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PA	30,87	-	-	-	-	-	-	-	-
PR	25,60	25,00	-	-	-	-	-	-	-
PP	23,53	21,05	28,89	-	-	-	-	-	-
PD	29,23	27,20	41,58	25,26	-	-	-	-	-
SJ	35,53	23,13	26,02	25,64	25,00	-	-	-	-
SO	32,73	28,57	29,63	34,67	25,58	33,33	-	-	-
CN	22,86	14,00	26,32	31,43	22,22	21,36	26,23	-	-
CA	26,92	26,26	29,33	26,09	35,00	21,57	20,00	29,09	-

Tabela 3. Análise química do solo na camada 0-10 cm, das áreas JM (pastagem renovada), PA (pastagem degradada), PR (pastagem renovada), PP (pastagem renovada), PD (pastagem degradada), SJ (soja), SO (soja), CN (cana-de-açúcar), CA (cana-de-açúcar). Coleta março/2004. Jaguapitã-Pr.

	pH-CaCl <sub>2</sub>	Al	H+Al	K	Ca	Mg	P	C g/dm <sup>3</sup>	SB	CTC	N
SJ	5,178	0,000	2,102	0,218	1,776	0,888	52,152	10,336	2,882	4,984	0,026
SO	4,436	0,068	2,498	0,200	1,462	0,750	15,780	10,602	2,412	4,910	0,024
PA	4,373	0,200	2,660	0,088	0,615	0,518	2,723	10,450	1,220	3,880	0,023
PD	4,892	0,054	2,324	0,168	0,910	0,720	13,176	10,366	1,798	4,122	0,020
PP	5,700	0,024	1,996	0,216	2,106	0,730	48,140	9,144	3,052	5,048	0,022
PR	5,238	0,022	2,210	0,122	1,438	1,030	9,720	11,230	2,590	4,800	0,020
CA	4,576	0,110	2,242	0,058	0,948	0,376	2,040	7,472	1,382	3,624	0,012
CN	5,056	0,048	2,120	0,102	1,300	0,766	3,758	10,204	2,168	4,288	0,018
JM	5,756	0,007	1,900	0,187	1,802	1,266	18,180	10,512	3,254	5,154	0,016

Tabela 4. Análise química do solo na camada 0-10 cm, das áreas JM (pastagem renovada), PA (pastagem degradada), PR (pastagem renovada), PP (pastagem renovada), PD (pastagem degradada), SJ (soja), SO (soja), CN (cana-de-açúcar), CA (cana-de-açúcar). Coleta setembro/2004. Jaguapitã-Pr.

	pH-CaCl <sub>2</sub>	Al	H+Al	K	Ca	Mg	P	C g/dm <sup>3</sup>	SB	CTC	N
SJ	5,044	0,030	2,568	0,100	1,734	0,388	18,940	10,440	2,222	4,790	0,028
SO	6,922	0,000	1,656	0,128	2,296	0,854	42,002	8,492	3,278	4,934	0,024
PA	4,302	0,465	4,962	0,143	1,291	0,620	3,108	22,286	2,054	7,016	0,053
PD	4,710	0,068	2,570	0,092	0,874	0,642	13,010	9,760	1,608	4,178	0,022
PP	5,786	0,000	2,012	0,106	1,572	0,748	63,458	10,966	2,426	4,438	0,026
PR	5,536	0,020	2,818	0,052	1,090	0,962	4,248	8,832	2,104	4,922	0,020
CA	6,028	0,000	2,052	0,096	1,462	1,076	13,444	12,770	2,634	4,686	0,030
CN	4,660	0,074	2,924	0,082	1,028	0,372	4,660	10,374	1,482	4,406	0,028
JM	5,824	0,006	2,113	0,081	1,769	1,394	20,346	11,624	3,244	5,358	0,027

Tabela 5. Morfoespécies encontradas nas áreas (o x determina a presença da espécie): JM (pastagem renovada), PA (pastagem degradada), PR (pastagem renovada), PP (pastagem renovada), PD (pastagem degradada), SJ (soja), SO (soja), CN (cana-de-açúcar), CA (cana-de-açúcar). Primeira coleta, março/2004. Jaguapitã-Pr.

Esp.	JM	PA	PR	PP	PD	SJ	SO	CN	CA	Identificação
1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Coleoptera adulto
2		x	x	x	x	x	x	x		Coleoptera adulto
3	x	x	x		x		x			Coleoptera adulto
4		x						x		Coleoptera adulto
5		x					x		x	Coleoptera adulto
6		x								Coleoptera adulto
7		x		x			x			Coleoptera adulto
8		x								Coleoptera adulto
9	x	x	x	x	x					Coleoptera adulto
10		x	x	x	x			x	x	Coleoptera adulto
11		x								Coleoptera adulto
12	x									Coleoptera adulto
13	x			x	x		x			Coleoptera adulto
14	x		x		x		x	x		Coleoptera adulto
15	x									Coleoptera adulto
16	x			x		x				Coleoptera adulto
17	x						x			Coleoptera adulto
18	x						x	x	x	Coleoptera adulto
19	x			x						Coleoptera adulto
20			x	x	x					Coleoptera adulto
21					x					Coleoptera adulto
22					x					Coleoptera adulto
23					x					Coleoptera adulto
24				x			x			Coleoptera adulto
25							x			Coleoptera adulto
26						x				Coleoptera adulto
27			x			x	x		x	Coleoptera adulto
28								x		Coleoptera adulto
29								x		Coleoptera adulto
30			x	x				x		Coleoptera adulto
31									x	Coleoptera adulto
32									x	Coleoptera adulto
33			x	x						Coleoptera adulto
34			x							Coleoptera adulto
35							x			Coleoptera adulto
36				x						Coleoptera adulto
37			x							Coleoptera adulto
38				x						Coleoptera adulto
39				x						Coleoptera adulto
40			x							Coleoptera adulto
41				x						Coleoptera adulto
42				x						Coleoptera adulto
43	x									Coleoptera larva
44	x						x			Coleoptera larva
45	x	x	x		x		x			Coleoptera larva

Esp.	JM	PA	PR	PP	PD	SJ	SO	CN	CA	Identificação
46	x	x				x	x	x	x	Coleoptera larva
47	x									Coleoptera larva
48	x									Coleoptera larva
49	x	x	x	x	x	x	x	x		Coleoptera larva
50	x		x	x				x		Coleoptera larva
51	x	x	x	x	x		x			Coleoptera larva
52	x		x		x	x	x			Coleoptera larva
53	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Coleoptera larva
54	x					x				Coleoptera larva
55	x	x		x				x	x	Coleoptera larva
56	x									Coleoptera larva
57	x									Coleoptera larva
58	x									Coleoptera larva
59	x			x			x			Coleoptera larva
60		x	x	x	x					Coleoptera larva
61		x			x		x	x	x	Coleoptera larva
62						x			x	Coleoptera larva
63			x	x		x	x			Coleoptera larva
64							x			Coleoptera larva
65							x			Coleoptera larva
66				x						Coleoptera larva
67				x						Coleoptera larva
68				x						Coleoptera larva
69				x	x					Coleoptera larva
70				x						Coleoptera larva
71		x	x		x	x	x	x	x	Hymenoptera
72		x		x		x				Hymenoptera
73		x			x					Hymenoptera
74	x	x		x	x			x	x	Hymenoptera
75		x								Hymenoptera
76	x	x	x		x	x	x		x	Hymenoptera
77		x					x			Hymenoptera
78		x	x		x	x				Hymenoptera
79	x	x						x		Hymenoptera
80		x			x		x			Hymenoptera
81		x								Hymenoptera
82	x	x								Hymenoptera
83			x	x				x	x	Hymenoptera
84			x							Hymenoptera
85			x							Hymenoptera
86						x				Hymenoptera
87									x	Hymenoptera
88	x									Hymenoptera
89				x						Hymenoptera
90				x			x			Hymenoptera
91	x									Hymenoptera
92									x	Hymenoptera
93									x	Hymenoptera
94				x						Hymenoptera
95				x						Hymenoptera
96			x	x						Hymenoptera
97				x						Hymenoptera
98					x					Hymenoptera

Esp.	JM	PA	PR	PP	PD	SJ	SO	CN	CA	Identificação
99				x						Hymenoptera
100			x							Hymenoptera
101					x					Hymenoptera
102					x					Hymenoptera
103	x	x	x		x					Arachnida
104				x	x					Arachnida
105					x					Arachnida
106	x		x		x					Arachnida
107		x			x					Arachnida
108					x					Arachnida
109					x					Arachnida
110					x					Arachnida
111									x	Arachnida
112								x		Arachnida
113									x	Arachnida
114								x		Arachnida
115								x		Arachnida
116			x							Arachnida
117		x	x							Arachnida
118			x							Arachnida
119			x							Arachnida
120		x			x					Arachnida
121		x								Arachnida
122				x						Arachnida
123				x						Arachnida
124	x									Arachnida
125					x					Arachnida
126		x		x						Arachnida
127	x									Arachnida
128		x		x						Arachnida
129			x							Arachnida
130	x									Diptera larva
131	x	x	x	x	x					Diptera larva
132	x	x	x		x		x			Diptera larva
133	x									Diptera larva
134	x			x			x			Diptera larva
135				x						Diptera larva
136		x					x		x	Diptera larva
137				x						Diptera larva
138							x			Diptera larva
139							x			Diptera larva
140					x			x		Isoptera
141				x	x					Isoptera
142	x		x		x	x				Isoptera
143		x	x		x		x			Isoptera
144		x	x		x			x		Isoptera
145					x					Isoptera
146			x		x					Isoptera
147				x	x			x	x	Hemiptera
148	x		x	x						Hemiptera
149				x						Hemiptera
150				x						Hemiptera
151				x						Hemiptera

Esp.	JM	PA	PR	PP	PD	SJ	SO	CN	CA	Identificação
152							x			Hemiptera
153				x			x			Hemiptera
154		x								Hemiptera
155				x						Hemiptera
156							x			Hemiptera
157								x		Hemiptera
158			x							Hemiptera
159				x						Hemiptera
160			x	x					x	Orthoptera
161			x	x					x	Orthoptera
162								x		Psocoptera
163				x	x					Blattodea
164		x	x	x						Isopoda/Crustacea
165					x					Dermaptera
166						x				Annelida
167								x		Lepidoptera larva
168				x						Lepidoptera larva
169							x			Lepidoptera larva
170		x								Lepidoptera larva
171							x			Lepidoptera larva
172			x							Diplopoda
173	x									Diplopoda
174	x		x		x					Diplopoda
175		x	x	x	x		x			Chilopoda
176				x						Gastropoda
177									x	Gastropoda
178	x	x		x	x			x		Oligochaeta PC
179	x	x	x	x	x		x	x		Oligochaeta DA
180	x		x	x	x					Oligochaeta DB
181		x	x	x	x					Oligochaeta DS
182			x	x	x	x	x			Oligochaeta D
183			x		x					Oligochaeta F
184	x					x				Oligochaeta O
185				x		x				Oligochaeta OO
186			x							Oligochaeta B
187	x	x			x					Oligochaeta G
188	x	x	x	x	x	x	x	x		Oligochaeta I

Tabela 6. Morfoespécies encontradas nas áreas (o x determina a presença da espécie): JM (pastagem renovada), PA (pastagem degradada), PR (pastagem renovada), PP (pastagem renovada), PD (pastagem degradada), SJ (soja), SO (soja), CN (cana-de-açúcar), CA (cana-de-açúcar). Segunda coleta, setembro/2004. Jaguapitã-Pr.

---

morfo	JM	PA_A	PR	PP	PD	SJ	SO	CN	CA	Identificação
-------	----	------	----	----	----	----	----	----	----	---------------

Esp.	JM	PA	PR	PP	PD	SJ	SO	CN	CA	Identificação
46	x									Coleoptera adulto
47	x									Coleoptera adulto
48	x									Coleoptera adulto
49	x									Coleoptera adulto
50					x					Coleoptera adulto
51	x									Coleoptera adulto
52					x					Coleoptera adulto
53					x					Coleoptera adulto
54					x					Coleoptera adulto
55							x			Coleoptera adulto
56							x			Coleoptera adulto
57							x			Coleoptera adulto
58						x				Coleoptera adulto
59						x				Coleoptera adulto
60						x				Coleoptera adulto
61						x				Coleoptera adulto
62						x				Coleoptera adulto
63						x				Coleoptera adulto
64						x				Coleoptera adulto
65						x				Coleoptera adulto
66						x				Coleoptera adulto
67					x					Coleoptera adulto
68						x				Coleoptera adulto
69					x					Coleoptera adulto
70					x					Coleoptera adulto
71		x								Coleoptera adulto
72	x	x			x	x			x	Coleoptera larva
73						x				Coleoptera larva
74			x							Coleoptera larva
75						x				Coleoptera larva
76	x	x				x	x			Coleoptera larva
77						x				Coleoptera larva
78	x	x		x	x	x	x	x	x	Coleoptera larva
79				x		x				Coleoptera larva
80	x			x		x	x	x		Coleoptera larva
81						x				Coleoptera larva
82			x		x			x		Coleoptera larva
83			x		x	x	x			Coleoptera larva
84	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Coleoptera larva
85	x	x						x		Coleoptera larva
86	x					x				Coleoptera larva
87									x	Coleoptera larva
88		x								Coleoptera larva
89		x								Coleoptera larva
90		x					x			Coleoptera larva
91		x								Coleoptera larva
92		x	x		x					Coleoptera larva
93				x						Coleoptera larva
94					x		x			Coleoptera larva
95		x								Coleoptera larva
96					x					Coleoptera larva
97		x								Coleoptera larva
98		x								Coleoptera larva





Esp.	JM	PA	PR	PP	PD	SJ	SO	CN	CA	Identificação
205				x						Diptera larva
206			x							Diptera larva
207	x		x		x	x		x	x	Isoptera
208	x	x	x		x	x	x			Isoptera
209				x						Isoptera
210			x		x					Isoptera
211			x							Isoptera
212			x							Isoptera
213	x				x				x	Diplopoda
214	x				x					Chilopoda
215	x		x		x	x				Chilopoda
216								x		Chilopoda
217		x								Chilopoda
218	x	x			x					Isopoda
219		x								Isopoda
220		x								Verme
221	x									Psocoptera
222								x		Psocoptera
223					x					Psocoptera
224		x								Psocoptera
225	x									Lepidoptera
226	x					x				Lepidoptera
227	x			x			x			Lepidoptera
228				x		x				Lepidoptera
229				x	x					Lepidoptera
230		x								Lepidoptera
231				x						Lepidoptera
232				x						Lepidoptera
233			x							Lepidoptera
234			x			x				Neuroptera/Crisopidae
235		x			x					Orthoptera
236					x					Blattodea
237				x						Gastropoda
238	x									Pupa
239	x									Pupa
240		x								Pupa
241	x	x			x				x	Oligochaeta PC
242			x					x	x	Oligochaeta DA
243	x									Oligochaeta DB
244	x	x	x		x				x	Oligochaeta DS
245				x				x	x	Oligochaeta D
246		x	x		x	x			x	Oligochaeta F
247			x							Oligochaeta B
248		x								Oligochaeta E
249	x	x	x	x	x		x		x	Oligochaeta I

Tabela 7. Densidade populacional da macrofauna invertebrada do solo (ind/m<sup>2</sup>), média dos 25 pontos nas 3 camadas (0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm), nas áreas: JM (pastagem renovada), PA (pastagem degradada), PR (pastagem renovada), PP (pastagem renovada), PD (pastagem degradada), SJ (soja), SO (soja), CN (cana-de-açúcar), CA (cana-de-açúcar). Primeira coleta, março/2004. Jaguapitã-Pr.

	JM	PR	PP	PD	PA	SJ	SO	CN	CA
Isoptera	11,52	2283,52	140,16	1083,52	1047,68	1,92	218,88	32,64	0,00
Formicidae	7,04	251,52	120,96	388,48	689,28	7,68	58,88	70,40	80,00
Diplopoda	77,44	3,84	0,00	42,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Coleoptera A*	50,56	44,80	76,16	32,00	26,24	9,60	29,44	14,08	7,68
Coleoptera L*	107,52	136,32	152,32	64,64	98,56	54,40	72,96	15,36	16,00
Diptera L*	3,84	3,20	3,84	1,28	0,64	0,00	7,68	0,00	0,64
Auchenorrhyncha	1,28	6,40	7,04	0,00	0,64	0,00	1,92	0,64	0,00
Hemíptera	0,00	0,00	9,60	3,20	0,00	0,00	1,92	9,60	9,60
Chilopoda	0,00	9,60	0,64	8,96	3,20	0,00	1,28	0,00	0,00
Araneae	8,32	13,44	5,12	15,36	13,44	0,00	0,00	1,92	1,28
Scorpione	0,00	0,00	0,00	0,64	2,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Lepidoptera L*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00	0,00	3,20	0,00
Orthoptera	0,00	1,28	6,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,92
Gastropoda	0,00	0,00	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64
Dyctioptera	0,00	0,00	1,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oligochaeta	189,44	108,16	31,36	44,80	74,24	17,92	12,80	19,84	0,00
Isopoda	0,00	1,28	0,64	0,00	2,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Hymenoptera	0,00	0,00	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outros	0,00	0,00	0,64	1,28	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00
Total	456,96	2863,36	558,08	1686,40	1959,68	91,52	405,76	168,32	117,76

\* A- adulto; L – larva.

Tabela 8. Densidade populacional da macrofauna invertebrada do solo (ind/m<sup>2</sup>), média dos 25 pontos nas 3 camadas (0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm), nas áreas: JM (pastagem renovada), PA (pastagem degradada), PR (pastagem renovada), PP (pastagem renovada), PD (pastagem degradada), SJ (soja), SO (soja), CN (cana-de-açúcar), CA (cana-de-açúcar). Segunda coleta, setembro/2004. Jaguapitã-Pr.

	JM	PR	PP	PD	PA_A	SJ	SO	CN	CA
Isoptera	24,32	2501,76	30,08	1023,36	6,40	449,28	1,28	11,52	7,68
Formicidae	90,24	204,80	58,88	779,52	431,36	256,64	49,28	145,28	7,04
Diplopoda	81,92	0,00	0,00	8,96	0,00	0,00	0,00	0,00	9,60
Coleoptera L*	107,52	32,64	59,52	16,64	58,88	34,56	46,72	3,84	15,36
Coleoptera A*	51,20	97,92	31,36	76,16	108,16	35,84	18,56	55,04	30,08
Diptera L*	9,60	1,92	4,48	0,64	3,20	12,16	0,00	3,20	11,52
Auchenorrhincha	1,28	2,56	2,56	18,56	0,64	2,56	0,64	0,00	0,00
Hemiptera	10,24	0,64	348,16	5,76	0,64	8,32	1,92	0,00	7,04
Chilopoda	5,12	6,40	0,00	8,96	0,64	1,28	0,00	1,28	0,00
Araneae	10,88	21,12	2,56	9,60	6,40	14,72	0,00	5,12	0,64
Lepidoptera L*	3,84	0,00	4,48	2,56	0,64	2,56	1,92	0,00	0,00
Orthoptera	0,00	0,00	0,00	6,40	3,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Gastropoda	0,00	0,00	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dyctioptera	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oligochaeta	49,92	53,12	6,40	32,00	248,32	3,20	3,20	7,68	13,44
Psocoptera	0,64	0,00	0,00	0,64	0,64	0,00	0,00	0,64	0,00
Isopoda	1,28	0,00	0,00	0,64	1,28	0,00	0,00	0,00	0,00
Neuroptera	0,00	3,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00	0,00
Hymenoptera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	0,00	0,00	0,00
Outros	5,12	0,00	0,00	0,00	8,32	0,64	0,00	0,00	0,00
Total	453,12	2926,72	549,12	1991,04	878,72	823,04	124,16	233,60	102,40

- A- adulto; L – larva.

# Parte 4

**Conclusões**

### Conclusões:

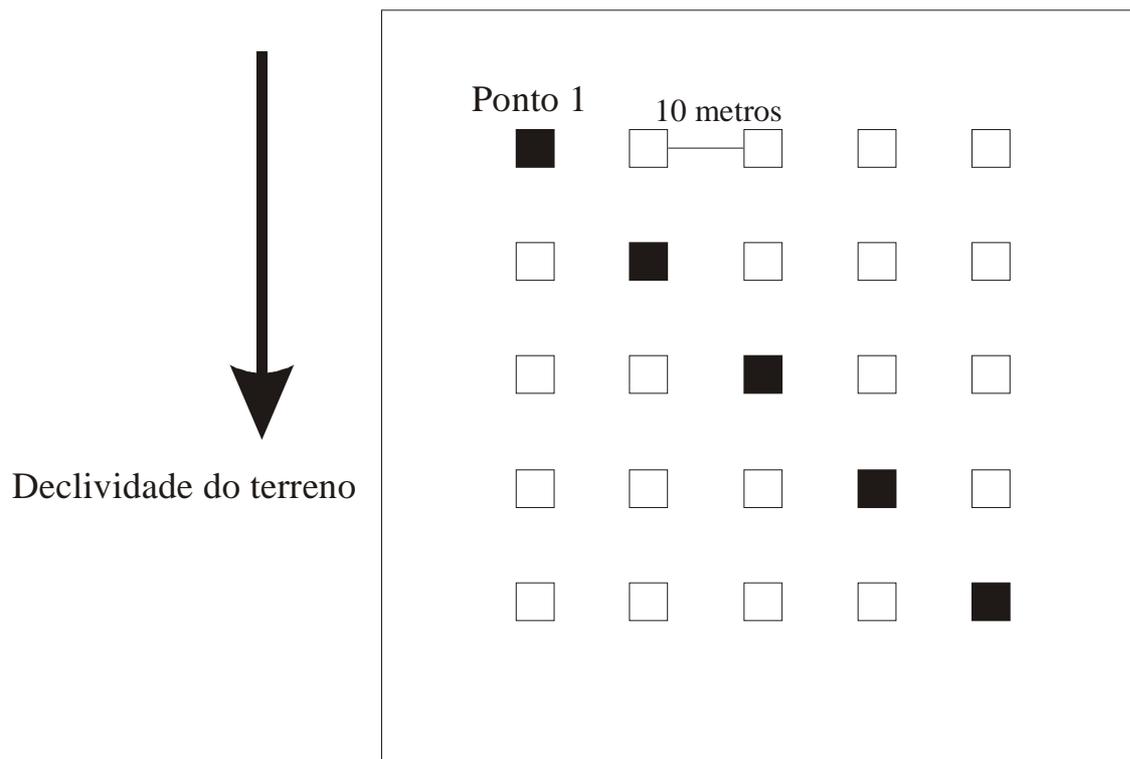
- O cálculo do índice de diversidade com grandes grupos taxonômicos não mostrou valores condizentes com a riqueza de grupos encontrados, havendo uma queda do índice quando as populações de alguns grupos eram altas (térmites e formigas);
- A riqueza de espécies na paisagem foi maior que nas áreas individuais, pela presença de muitas espécies exclusivas.
- Coleoptera, Hymenoptera e Araneae foram os grupos que mais apresentaram espécies. Na época seca o número de espécies de Hemiptera também foi um dos maiores;
- Em geral, as similaridades entre as áreas agrícolas não foram maiores que 55% e menores que 15%. O número de espécies compartilhadas por todas as áreas foi de 2 e 3, no período de chuvas e seca, respectivamente. A manutenção da paisagem diversificada com diferentes ambientes e diferentes manejos aumentam a riqueza de espécies tanto da paisagem como de cada área agrícola, porém o tamanho e distribuição das áreas estudadas não favoreceram a troca de espécies (interação dos sistemas) mostrada pela pequena similaridade entre as áreas. A heterogeneidade da paisagem deve ser incrementada com diferentes sistemas agrícolas e áreas de preservação dentro de uma mesma propriedade.

# Parte 5

**Mapas, Fotos e Figuras**



Mapa 1. Localização de Jaguapitã na Bacia do Ribeirão Bandeirantes do Norte, na transição do solo basáltico para o arenito.



■ Monólitos de 0 a 30 cm de profundidade.

Figura 1. Esquema de coleta dos monólitos (25x25 cm). Quadros em preto (na diagonal) são os monólitos (5) até a profundidade de 30cm e os outros são os monólitos até 10 cm de profundidade.



Foto 1. Retirada de um monólito até 30 cm de profundidade.



Foto 2. Área de cultivo de soja/milho safrinha (inverno)



Foto 3. Área de pastagem renovada.



Foto 4. Área de pastagem degradada.



Foto 5. Área de cana-de-açúcar.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)