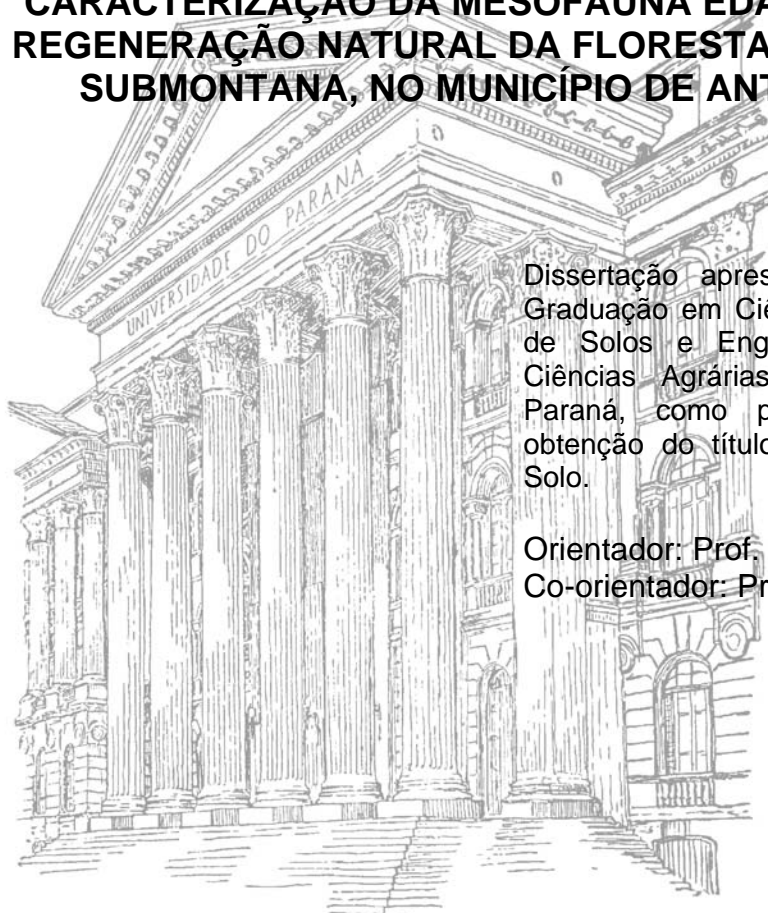


VÍVIAN MARA UHLIG

**CARACTERIZAÇÃO DA MESOFAUNA EDÁFICA EM ÁREAS DE
REGENERAÇÃO NATURAL DA FLORESTA OMBRÓFILA DENSE
SUBMONTANA, NO MUNICÍPIO DE ANTONINA, PARANÁ**



Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo.

Orientador: Prof. Dr. Klaus Dieter Sautter
Co-orientador: Prof. Dr. Renato Marques

CURITIBA

2005

VÍVIAN MARA UHLIG

**CARACTERIZAÇÃO DA MESOFAUNA EDÁFICA EM ÁREAS DE
REGENERAÇÃO NATURAL DA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA
SUBMONTANA, NO MUNICÍPIO DE ANTONINA, PARANÁ**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo.

Orientador: Prof. Dr. Klaus Dieter Sautter
Co-orientador: Prof. Dr. Renato Marques

CURITIBA

2005

Dedico

Ao meu Orientador, professor Klaus Dieter Sautter, quem me ensinou a observar a vida do solo e me proporcionou a base para crescer como pesquisadora.

AGRADECIMENTOS

- Aos pesquisadores do Projeto Solobioma e à todos da Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS), pelo apoio logístico, empréstimo de material e cessão do uso da área de estudo.
- Ao Professor Doutor Klaus Dieter Sautter, por sua dedicação e confiança desde o início da orientação deste trabalho.
- Aos professores do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná: Celina Wisniewski, Antônio Carlos Motta, Renato Marques, Henrique Koehler, Luiz Antônio Corrêa Lucchesi, Beatriz Monte Serrat, Valmiqui Costa Lima e Jair Alves Dionísio pelas experiências divididas que muito contribuíram para este trabalho de maneira interdisciplinar.
- À laboratorista Ana Kudla, responsável pelo laboratório de Biologia do Solo da UFPR, que soube compreender a pressa de quem estuda e trabalha ao mesmo tempo e ajudar no que lhe era possível!
- À CAPES, pelos investimentos através da bolsa de estudos que proporcionaram a aquisição de equipamentos para a realização desta pesquisa; e pela manutenção do Portal Periódicos CAPES, que tanto contribui para a divulgação da informação científica de maneira gratuita.
- Ao aluno do curso de Estatística da Universidade Federal do Paraná, Samuel de Lima, pela orientação das análises estatísticas deste trabalho.
- Aos meus pais Lourival e Raquel Uhlig e em especial, ao Ricardo Peng, pelo apoio e compreensão dos momentos em que precisei estar ausente para me dedicar mais intensamente a esta pesquisa.
- Ao Rogério Uhlig e ao Luís Uhlig pela paciência e apoio com o computador, afinal, segundo a lei de Murphy, se alguma coisa poderia ter dado errado, foi no momento em que mais se precisou dela!
- Àqueles que mesmo debaixo de chuva e mosquitos estavam prontos para ajudar nas coletas de solo: Tônico Leman, Bira Ferreira, Sueli Santos, Anderson Santos e Luís Uhlig.

“Quando o ‘estudo da casa’ (Ecologia) e a ‘administração da casa’ (Economia) puderem fundir-se, e quando a Ética puder ser entendida para incluir o ambiente, além dos valores humanos, então poderemos realmente ser otimistas em relação ao futuro da humanidade.”
Eugene P. Odum

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	vii
LISTA DE TABELAS	x
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 MESOFAUNA EDÁFICA	5
2.1.1 Classe Arachnida	6
2.1.1.1 Sub-classe Acari	6
2.1.1.2 Ordem Pseudoescorpiones	8
2.1.2 Ordem Isopoda	9
2.1.3 Classe Chilopoda	9
2.1.4 Classe Diplopoda	10
2.1.5 Classe Insecta	11
2.1.5.1 Ordem Collembola	11
2.1.5.2 Ordem Diplura	12
2.1.5.3 Ordem Protura	12
2.1.5.4 Ordem Hymenoptera	13
2.1.5.5 Ordem Thysanoptera	13
2.1.5.6 Ordem Psocoptera	13
2.2 IMPORTÂNCIA DA MESOFAUNA NO ECOSSISTEMA EDÁFICO	14
2.3 EFEITOS DA DEGRADAÇÃO DOS SOLOS NAS COMUNIDADES DA MESOFAUNA	17
2.4 A MESOFAUNA COMO BIOINDICADORA DO SOLO	20
2.5 ECOSSISTEMAS FLORESTAIS EM SUCESSÃO	24
3 MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA	26
3.1.1 Histórico da área experimental	29
3.2 DETALHES DO EXPERIMENTO E DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS .	29
3.3 COLETA DE MATERIAL E DADOS PARA ANÁLISES.....	38

3.3.1 Mesofauna edáfica	39
3.3.2 Análises químicas	40
3.3.3 Análises físicas	41
3.3.4 Dados meteorológicos	41
3.4 AVALIAÇÃO DAS POPULAÇÕES	42
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1 FLUTUAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR E DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL	44
4.2 PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO DA ÁREA DE ESTUDO	45
4.3 VARIAÇÃO DA MESOFAUNA	48
4.3.1 Flutuação Populacional da Mesofauna	58
5 CONCLUSÕES	80
6 RECOMENDAÇÕES	82
REFERÊNCIAS	83
APÊNDICE	95

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 -	ESQUEMA DA RELAÇÃO ENTRE FATORES DO SOLO E COMUNIDADES DE MICROARTRÓPODOS, ATRAVÉS DE VÁRIAS RELAÇÕES CAUSAIS (DA ESQ. PARA A DIR.). QUANDO A ESTRUTURA DA COMUNIDADE É UTILIZADA COMO BIOINDICADORA, ISTO PODE SER VISTO COMO UMA CONVERSÃO DA RELAÇÃO CAUSAL (DA DIR. PARA A ESQ.); (VAN STRAALLEN, 1997)	23
FIGURA 2 -	LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO, NO MUNICÍPIO DE ANTONINA, PR	26
FIGURA 3 -	MAPA DE SOLOS DA RESERVA NATURAL ÁGUAS BELAS, INDICANDO A LOCALIZAÇÃO DAS PARCELAS NAS FASES SUCESSIONAIS INICIAL ARBÓREA (IA), MÉDIA AVANÇADA (MA) E AVANÇADA (AV). ANTONINA, PR - 2004	28
FIGURA 4 -	MAPA DE VEGETAÇÃO DA RESERVA NATURAL ÁGUAS BELAS, INDICANDO A LOCALIZAÇÃO DAS PARCELAS NAS FASES SUCESSIONAIS EM ESTUDO: INICIAL ARBÓREA (IA), MÉDIO AVANÇADA (MA) E AVANÇADA (AV). ANTONINA, PR - 2004.....	30
FIGURA 5 -	ASPECTO GERAL DA VEGETAÇÃO (a), COBERTURA DAS COPAS DAS ÁRVORES (b) E COBERTURA DA SUPERFÍCIE DO SOLO (c) NA FASE SUCESSIONAL INICIAL ARBÓREA (IA). ANTONINA, PR - 2004.....	33
FIGURA 6 -	ASPECTO GERAL DA VEGETAÇÃO (a), INTERCEPTAÇÃO DAS COPAS DAS ÁRVORES (b) E COBERTURA DA SUPERFÍCIE DO SOLO (c) NA FASE SUCESSIONAL MÉDIA AVANÇADA (MA). ANTONINA, PR - 2004.....	34
FIGURA 7 -	ASPECTO GERAL DA VEGETAÇÃO (a), INTERCEPTAÇÃO DAS COPAS DAS ÁRVORES (b) E COBERTURA DA SUPERFÍCIE DO SOLO (c) NA FASE SUCESSIONAL AVANÇADA (AV). ANTONINA, PR - 2004.....	35
FIGURA 8 -	ESQUEMA DE COLETAS, REPRESENTANDO OS TRÊS TRATAMENTOS (FASES SUCESSIONAIS) E AS COLETAS REALIZADAS EM CADA SUBPARCELA NA ÁREA DE ESTUDO. ANTONINA, PR - 2004/2005.....	38
FIGURA 9 -	IMAGENS DO EQUIPAMENTO EXTRATOR, COM DETALHE PARA UM DOS FUNIS DE BERLESE, UTILIZADOS PARA EXTRAÇÃO DA MESOFAUNA DAS AMOSTRAS DE SOLOS COLETADAS. ANTONINA, PR - 2004.....	40
FIGURA 10 -	TEMPERATURA MÉDIA MENSAL (°C). ANTONINA, PR - 2004/2005.....	44
FIGURA 11 -	SOMA MENSAL DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL DIÁRIA ACUMULADA (MM). ANTONINA, PR - 2004/2005	44

FIGURA 12 -	FOTOS DE EXEMPLARES DE ALGUNS DOS GRUPOS DA MESOFAUNA ENCONTRADOS NAS AMOSTRAS. DA ESQUERDA PARA A DIREITA: ACARI, CHILOPODA, COLLEMBOLA E PSEUDOESCORPIONES. ANTONINA, PR - 2004/2005	48
FIGURA 13 -	INDICE DE CONSTÂNCIA DOS TAXA NOS TRATAMENTOS. ANTONINA, PR- 2004/2005	54
FIGURA 14 -	GRÁFICO DE DISPERSÃO DA ANÁLISE DE FATORES ENVOLVENDO OS 15 GRUPOS DA MESOFAUNA. ANTONINA, PR – 2004/2005.....	57
FIGURA 15 -	FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE ORIBATEI (ACARI), NA CAMADA DE 0 A 5 CM, MÉDIA DE 27 AMOSTRAS, NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	60
FIGURA 16 -	FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE ACARI (ARACHNIDA) EXCETO ORIBATEI, NA CAMADA DE 0 A 5 CM, MÉDIA DE 27 AMOSTRAS, NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO (ME) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005.....	61
FIGURA 17 -	FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE COLLEMBOLA ARTRHOPLONON (INSECTA), NA CAMADA DE 0 A 5 CM, MÉDIA DE 27 AMOSTRAS, NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	63
FIGURA 18 -	FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE COLLEMBOLA SYMPHYPLEONA (INSECTA), NA CAMADA DE 0 A 5 CM, MÉDIA DE 27 AMOSTRAS, NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	65
FIGURA 19 -	FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE ISOPODA (CRUSTACEA), NA CAMADA DE 0 A 5 CM, MÉDIA DE 27 AMOSTRAS, NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	66
FIGURA 20 -	FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE CHILOPODA, NA CAMADA DE 0 A 5 CM, MÉDIA DE 27 AMOSTRAS, NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	68
FIGURA 21 -	FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE DIPLOPODA, NA CAMADA DE 0 A 5 CM, MÉDIA DE 27 AMOSTRAS, NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	70
FIGURA 22 -	FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE DIPLURA (INSECTA), NA CAMADA DE 0 A 5 CM, MÉDIA DE 27 AMOSTRAS, NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	71

FIGURA 23 -	FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE PROTURA (INSECTA), NA CAMADA DE 0 A 5 CM, MÉDIA DE 27 AMOSTRAS, NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	73
FIGURA 24 -	FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE FORMICIDAE (INSECTA), NA CAMADA DE 0 A 5 CM, MÉDIA DE 27 AMOSTRAS, NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	74
FIGURA 25 -	FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE PSOCOPTERA (INSECTA), NA CAMADA DE 0 A 5 CM, MÉDIA DE 27 AMOSTRAS, NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	75
FIGURA 26 -	FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE THYSANOPTERA (INSECTA), NA CAMADA DE 0 A 5 CM, MÉDIA DE 27 AMOSTRAS, NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	77
FIGURA 27 -	FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE PSEUDOESCORPIONES (ARACNIDA), NA CAMADA DE 0 A 5 CM, MÉDIA DE 27 AMOSTRAS, NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	78

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	ESPÉCIES FLORESTAIS PRESENTES NAS PARCELAS DAS FASES SUCESSIONAIS INICIAL ARBÓREA (IA), MÉDIA AVANÇADA (MA) E AVANÇADA (AV). ANTONINA, PR – 2005	36
TABELA 2 -	ALGUNS PARÂMETROS QUÍMICOS DO SOLO COLETADOS NA CAMADA DE 0 A 5 CM DE PROFUNDIDADE, EM CADA UM DOS TRATAMENTOS: INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	46
TABELA 3 -	PARÂMETROS DE UMIDADE COLETADOS NA CAMADA DE 0 A 5 CM DE PROFUNDIDADE, EM CADA UM DOS TRATAMENTOS: INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV), NAS SETES ÉPOCAS DE COLETA. ANTONINA, PR - 2004/2005	47
TABELA 4 -	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DE CADA UM DOS TRATAMENTOS: INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	48
TABELA 5 -	PARTICIPAÇÃO DE CADA GRUPO DA MESOFAUNA NAS AMOSTRAS DA FASE SUCESSIONAL INICIAL ARBÓREA DE REGENERAÇÃO FLORESTAL NAS SETE ÉPOCAS DE COLETA, EM PORCENTAGEM. ANTONINA, 2004/2005	49
TABELA 6 -	PARTICIPAÇÃO DE CADA GRUPO DA MESOFAUNA NAS AMOSTRAS DA FASES SUCESSIONAL MÉDIA AVANÇADA DE REGENERAÇÃO FLORESTAL NAS SETE ÉPOCAS DE COLETA, EM PORCENTAGEM. ANTONINA, 2004/2005	50
TABELA 7 -	PARTICIPAÇÃO DE CADA GRUPO DA MESOFAUNA NAS AMOSTRAS DA FASES SUCESSIONAL AVANÇADA DE REGENERAÇÃO FLORESTAL NAS SETE ÉPOCAS DE COLETA, EM PORCENTAGEM. ANTONINA, 2004/2005	50
TABELA 8 -	DISTRIBUIÇÃO DOS ÍNDICES DE CONSTÂNCIA PARA OS DIFERENTES GRUPOS DA MESOFAUNA, COLETADOS EM TRÊS FASES SUCESSIONAIS DE REGENERAÇÃO FLORESTAL: FASE INICIAL ARBÓREA (IA), MÉDIA AVANÇADA (MA) E AVANÇADA (AV). ANTONINA, PR – 2004/2005	53
TABELA 9 -	MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE OS GRUPOS DA MESOFAUNA SELECIONADOS PARA O ESTUDO, EM CADA UMA DAS FASES SUCESSIONAIS. ANTONINA; PR – 2004/2005.....	56
TABELA 10 -	CARGAS FATORIAIS, COMUNALIDADE, PORCENTAGEM DA VARIÂNCIA TOTAL CORRESPONDENTE A CADA FATOR. ANTONINA, PR – 2004/2005.....	57
TABELA 11 -	TOTAL DE ORIBATEI (ACARI), COLETADOS NAS 27 SUBPARCELAS, NA CAMADA DE 0 A 5 CM. MÉDIA DE 81 REPETIÇÕES, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M ² , NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO (ME) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	60

TABELA 12 -	TOTAL DE ACARI (EXCETO ORIBATEI), COLETADOS NAS 27 SUBPARCELAS, NA CAMADA DE 0 A 5 CM. MÉDIA DE 81 REPETIÇÕES, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M ² , NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO (ME) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	62
TABELA 13 -	TOTAL DE COLLEMBOLA ARTRHOPLEONA (INSECTA) COLETADOS NAS 27 SUBPARCELAS, NA CAMADA DE 0 A 5 CM. MÉDIA DE 81 REPETIÇÕES, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M ² , NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	64
TABELA 14 -	TOTAL DE COLLEMBOLA SYMPHYPLEONA (INSECTA) COLETADOS NAS 27 SUBPARCELAS, NA CAMADA DE 0 A 5 CM. MÉDIA DE 81 REPETIÇÕES, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M ² , NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	66
TABELA 15 -	TOTAL DE ISOPODA (CRUSTACEA), COLETADOS NAS 27 SUBPARCELAS, NA CAMADA DE 0 A 5 CM. MÉDIA DE 81 REPETIÇÕES, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M ² , NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	67
TABELA 16 -	TOTAL DE CHILOPODA, COLETADOS NAS 27 SUBPARCELAS, NA CAMADA DE 0 A 5 CM. MÉDIA DE 81 REPETIÇÕES, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M ² , NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	68
TABELA 17 -	TOTAL DE DIPLOPODA (INSECTA), COLETADOS NAS 27 SUBPARCELAS, NA CAMADA DE 0 A 5 CM. MÉDIA DE 81 REPETIÇÕES, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M ² , NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	70
TABELA 18 -	TOTAL DE DIPLURA (INSECTA), COLETADOS NAS 27 SUBPARCELAS, NA CAMADA DE 0 A 5 CM. MÉDIA DE 81 REPETIÇÕES, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M ² , NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	72
TABELA 19 -	TOTAL DE PROTURA (INSECTA), COLETADOS NAS 27 SUBPARCELAS, NA CAMADA DE 0 A 5 CM. MÉDIA DE 81 REPETIÇÕES, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M ² , NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	73
TABELA 20 -	TOTAL DE FORMICIDAE (INSECTA), COLETADOS NAS 27 SUBPARCELAS, NA CAMADA DE 0 A 5 CM. MÉDIA DE 81 REPETIÇÕES, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M ² , NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	74

TABELA 21 -	TOTAL DE PSOCOPTERA (INSECTA), COLETADOS NAS 27 SUBPARCELAS, NA CAMADA DE 0 A 5 CM. MÉDIA DE 81 REPETIÇÕES, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M ² , NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	76
TABELA 22 -	TOTAL DE THYSANOPTERA (INSECTA), COLETADOS NAS 27 SUBPARCELAS, NA CAMADA DE 0 A 5 CM. MÉDIA DE 81 REPETIÇÕES, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M ² , NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	77
TABELA 23 -	TOTAL DE PSEUDOESCORPIONES (ARACNIDA), COLETADOS NAS 27 SUBPARCELAS, NA CAMADA DE 0 A 5 CM. MÉDIA DE 81 REPETIÇÕES, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M ² , NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005	78

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a distribuição da mesofauna edáfica ao longo de um gradiente sucessional de regeneração natural da Floresta Ombrófila Densa Submontana, em uma unidade de conservação localizada no Município de Antonina, Estado do Paraná, Brasil. Foram utilizados três tratamentos, sendo cada tratamento uma fase sucessional da regeneração florestal, situadas em base de encostas, sobre Cambissolo háplico distrófico, antropicamente degradadas por exploração seletiva de madeira e desmatamento para instalação de pastagens. Em cada fase foram demarcadas três parcelas, de 10x10 m, e dentro de cada uma destas outras três subparcelas (repetições) de 3x3 m. Em cada repetição, de janeiro de 2004 a fevereiro de 2005, em sete épocas de coleta, foram extraídas amostras de solo utilizando-se um cilindro de metal de 8 cm de diâmetro e 5 cm de profundidade. A camada de serrapilheira, quando existente, foi coletada antes da introdução do cilindro, com o próprio pacote plástico onde as amostras eram armazenadas durante o deslocamento até o equipamento extrator contendo os Funis de Berleze. Coletas de solo para análises químicas e físicas também foram realizadas sistematicamente. Os principais grupos da mesofauna encontrados nas amostras foram escolhidos para esta pesquisa, sendo eles: Acari, Collembola, Isopoda, Chilopoda, Diplopoda, Diplura, Protura, Formicidae, Psocoptera, Thysanoptera e Pseudoescorpiones. Utilizando os dados gerados pela contagem destes grupos, análises dos atributos químicos e físicos do solo e parâmetros ambientais registrados, foram realizadas as análises estatísticas de comparação de médias, correlação de Spearman, e Análise de Fatores. A distribuição dos grupos funcionais nesta pesquisa sofreu variação, conforme o ambiente em questão e interações biológicas. Foi possível observar a maior densidade populacional média de organismos na fase sucessional intermediária (média avançada). As menores densidades populacionais médias foram encontradas na fase mais próxima do clímax sucessional, a fase avançada.

Palavras-chave: Mesofauna edáfica, Regeneração natural, Floresta Atlântica.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the distribution of soil mesofauna along a successional gradient of natural regeneration of the Submountainous Dense Ombrophilous Forest, in a conservation unit located in the Municipality of Antonina, State of Paraná, Brazil. Three treatments were used, each treatment being a successional phase of forest regeneration, located at the bottom of slopes, on Distrophic Haplic Cambissol, antropically degraded by selective exploitation of timber and woodcutting for pasture instalation. In each phase three sample sites were defined, measuring 10 x 10 m, and in each of these three other subportions (repetitions) measuring 3 x 3 m. In each repetition, from January 2004 to February 2005, along seven sampling dates, soil samples were extracted using a metallic cylinder (diameter 8 cm and a depth 5 cm). The layer of litter, when existing, was extracted before the introduction of the cylinder with the same package were the samples were stored during the dislocation up to the extracted equipment containing the Berleze Funnels. Soil collections for chemical and physical analyses were also performed systematically. The main groups of the mesofauna found in these samples were chosen for this research, namely: Acari, Collembola, Isopoda, Chilopoda, Diplopoda, Diplura, Protura, Formicidae, Psocoptera, Thysanoptera and Pseudoescorpiones. Using the data on population density of these groups, analyses of the chemical and physical attributes of the soil and environmental parameters registered, the statistical analyses of the ANOVA, the Spearman's correlation, and an Principal Component Factor Analysis were performed. The distribution of functional groups in this research varies with the environment and biological interactions. It was possible to realize the highest average populational density of mesofauna in the intermediate sucessional phase. The lesser average populational density were founded on advanced phase (considered more similar to the climax stage).

Key-words: soil mesofauna, Natural regeneration, Atlantic Rainforest.

1 INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Densa Atlântica (Floresta Atlântica) estende-se por uma faixa paralela à costa brasileira, desde o Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul, e constitui-se por cadeias montanhosas com solos profundos de drenagem perene (EMBRAPA SOLOS, 1977).

A área de ocorrência da Floresta Atlântica é condicionada a trechos de altos índices de umidade e pluviosidade, com temperaturas relativamente elevadas durante todo o ano, resultantes de sua posição geográfica e influência das massas de ar úmidas do oceano Atlântico. Esta formação tem como características mais marcantes, além de sua grande diversidade biológica e ambiental, árvores de grande porte (até 30m de altura), sub-bosque denso formado por arvoretas, arbustos e ervas, e um componente epifítico bastante diverso e abundante (epífitas e lianas) (SPVS, 1992).

Sua ampla distribuição geográfica sobre solos diferenciados, aliada a uma série de formações montanhosas litorâneas, criou condições ambientais de diferentes temperaturas, insolação, nichos específicos e adaptações decorrentes de distintas eras geológicas, que criaram neste bioma a segunda maior biodiversidade do Planeta. No entanto, muitas espécies ainda são desconhecidas pela ciência e correm o risco de desaparecer com o acelerado processo de destruição da Floresta Atlântica. O processo de colonização, agricultura e industrialização, iniciado exatamente pela porção leste do Brasil, degradou quase a totalidade da floresta. Atualmente são 456 manchas verdes, irregularmente distribuídas pela costa atlântica brasileira, que compõem a Floresta Atlântica, o que representa apenas 7% da floresta original. Adicionalmente a este fato, cabe salientar que grande parte das florestas remanescentes está na condição de fragmentos florestais ou apresenta-se na forma de florestas secundárias. Uma parte significativa destas áreas encontra-se no litoral do Estado do Paraná. Esta região está entre aquelas onde ainda é possível encontrar áreas extensas de remanescentes da Mata Atlântica original e/ou de florestas secundárias, ocorrendo em diversas situações geomorfológicas, desde

ecossistemas de florestas de restinga até florestas altomontanas. (BRASIL SBF, 2000).

Em casos de amplas modificações dos ecossistemas, são necessários estudos apropriados que utilizem bioindicadores e monitoramento biológico, que se referem a avaliações da qualidade do ambiente baseadas em medidas de seleção biológica, podendo constituir bons indicadores da degradação e da reabilitação do ambiente (SAUTTER e SANTOS, 1991; CURRY e GOOD, 1992). Entre os diferentes grupos da fauna do solo, há três categorias possíveis de indicadores que variam desde (i) nível individual e populacional, (ii) características da comunidade (diversidade e associações tróficas) e (iii) processos biológicos (bioacumulação e decomposição de resíduos). Portanto, a medida da abundância, diversidade e atividade de certas espécies ou reunião de organismos podem fornecer proveitosos indicadores da qualidade do solo (LINDEN et al., 1994).

No Brasil, são escassos os estudos sobre a mesofauna do solo (ADIS et al., 1987; VALLEJO et al., 1987; FRANKLIN et al., 1998; DUARTE e BECKER, 2000; CULIK et al., 2002). Esta situação é contrastante com a enorme velocidade com que extensas áreas de terra vêm sendo transformadas em áreas degradadas (SAUNDERS et al., 1991; LAURANCE et al., 2002). O número de trabalhos é irrelevante frente à diversidade de ecossistemas do país e da própria biodiversidade do solo (MERLIM, 2005).

A fauna do solo tem uma “função chave” na manutenção dos ecossistemas, e alguns de seus componentes podem ser considerados “engenheiros do ecossistema”, entretanto, sua reação às alterações ambientais, raramente tem sido estudada (WILBY et al., 2001).

Esta pesquisa teve como objetivo caracterizar quantitativamente e qualitativamente as principais classes taxonômicas da mesofauna edáfica presentes em três fases de regeneração natural da Floresta Ombrófila Densa Submontana da Reserva Natural Águas Belas, município da Antonina, Paraná.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os solos formam a interface entre a atmosfera e a litosfera, possuindo elementos de ambos: água, fases gasosas e matéria orgânica, juntamente com a diversidade de organismos e materiais de origem biológica. Estes elementos interagem continuamente com a atmosfera e litosfera, sendo que são nos solos onde os materiais orgânicos são quebrados para formar os compostos orgânicos estáveis, pela ação dos organismos, dissipando seu conteúdo energético e contribuindo para a ciclagem de nutrientes. Esta transformação de materiais permite o crescimento das plantas superiores e então a produção primária da qual a população humana depende diretamente. Os solos proporcionam outros serviços importantes, incluindo a estabilização de materiais residuais e parte do processo de fixação do CO₂ emitido para atmosfera pelas atividades humanas. A energia adquirida através dos processos de decomposição é utilizada pelos organismos para a bioturbação, um importante processo de criação e manutenção da estrutura do solo e de formação do solo. Os organismos atuam como unidades funcionais interativas – referidas como Sistemas Biológicos de Regulação, sendo os principais mediadores do funcionamento do solo em micro e meso escalas (LAVELLE e SPAIN, 2001).

Nos ecossistemas, o solo é o coletor dos detritos vegetais; ali os compostos orgânicos assimilados na fotossíntese são decompostos. Este processo libera os elementos minerais que podem ser reaproveitados pelos produtores primários (as plantas). A decomposição da liteira no solo é o processo-chave que fecha os ciclos da matéria nos ecossistemas. Tipos de utilização da floresta que destroem o solo, ou seja, a camada de liteira e a densa rede das raízes, expondo o solo às intempéries, levam à degradação ou completa destruição das comunidades de decompositores que consistem em microorganismos e organismos da meso e macrofauna e que são os mediadores únicos da decomposição dos detritos vegetais (BECK et al., 1994)

Todos os ecossistemas florestais acumulam uma camada de resíduos orgânicos sobre o solo, resultante da queda de folhas, galhos, cascas, árvores inteiras tombadas, excrementos ou animais mortos (SAUTTER e TREVISAN, 1994; POGGIANI et al., 1996). Após estes materiais entrarem na cadeia de detritos, eles começam a se decompor, e o desaparecimento da serapilheira (liteira) por meio do processo de decomposição e liberação de elementos inorgânicos (mineralização) é

essencial para a manutenção da produtividade dos ecossistemas florestais (POGGIANI et al., 1996).

De modo geral, a decomposição dos resíduos orgânicos e a ciclagem biológica de nutrientes são estudadas como consequência da atividade de microorganismos, mas um conjunto diverso de animais influencia de maneira decisiva o funcionamento da flora decompositora, como resultado direto e indireto de sua atividade de alimentação (POGGIANI et al., 1996; LOPES ASSAD, 1997). Portanto, um número muito grande de organismos interage com o solo: as plantas, a microbiota (bactérias, actinomicetos, fungos, protozoários, algas) e a fauna do solo (nematóides, moluscos, anelídeos: minhocas e enquitreídeos; e artrópodes: crustáceos, miriápodes, ácaros, insetos como colêmbolos, besouros, formigas e cupins, entre outros) (MIKLÓS, 1998).

Em Florestas Tropicais, a maior parte da biomassa heterotrófica é encontrada no solo e na liteira; sendo que a biomassa de organismos saprófagos é de cinco a seis vezes maior do que de herbívoros e carnívoros (UNESCO, 1978).

A população de artrópodos do solo, animais importantes na mistura do solo e na decomposição de organismos (FISHER e BINKLEY, 2000), destaca-se pela grande diversidade, visto que esse grupo engloba número elevado de espécies que são, de modo geral, abundantes, principalmente em ambientes naturais ou pouco perturbados pela ação humana, como florestas plantadas e pastagens naturais (LOPES ASSAD, 1997).

Inúmeros são os grupos taxonômicos que compõem a usualmente denominada fauna edáfica de invertebrados, e algumas classificações, como a apoiada no tamanho e na mobilidade dos organismos, é bastante difundida entre os pedobiólogos tropicais. Esta divisão classifica em: microfauna (<0,2 mm), mesofauna (0,2-2,0 mm) e macrofauna (>2,0 mm). A primeira divisão engloba animais ligeiramente mais móveis que a microflora, como nematóides. A mesofauna é constituída por espécies que se movimentam nos poros do solo, nas fissuras e na interface entre a liteira e o solo e, como macrofauna, são classificados os animais de grande mobilidade que exercem importante papel no transporte de materiais (POGGIANI et al., 1996; LOPES ASSAD, 1997).

Segundo GASSEN (1992), a fauna de solo pode ser classificada de acordo com o habitat e hábitos alimentares em fauna de solo subterrânea e em fauna de

superfície de solo. As espécies subterrâneas habitam o horizonte A e raramente vêm à superfície do solo. Apresentam um conjunto de hábitos e de características comuns, como: movimentação e visão restritas, sensibilidades química e mecânica muito desenvolvidas, fotofobia, corpo despigmentado, defesa através de toxinas, resistência ao gás carbônico, corpo coberto por estrutura cuticular hidrofóbica formando um plastro que permite a respiração e a osmose durante períodos de chuvas.

Conforme o tipo, hábito e tamanho do corpo existe um método mais adequado para estimar o tamanho das populações desses animais no solo. Em solos florestais, a mesofauna e a macrofauna, pela sua importância, são os mais freqüentemente estudados. A macrofauna normalmente é estimada por catação manual nas amostras coletadas no campo (POGGIANI et al., 1996). A mesofauna, incluindo os ácaros de solo, geralmente é estimada com o emprego de funis tipo Berlese-Tullgreen (FLECHTMANN, 1975; POGGIANI et al., 1996).

2.1 MESOFAUNA EDÁFICA

A mesofauna edáfica é composta basicamente por ácaros (Acari) e colêmbolos (Collembola), além de coleópteros, alguns grupos de miriápodes, aracnídeos, diversas outras ordens de insetos, alguns oligoquetos e crustáceos. Os mais numerosos são os Oribatei (Acari: Cryptostigmata) e os Collembola (Insecta), sendo que, juntos, eles constituem de 72% a 97%, em números de indivíduos, da fauna total de artrópodes do solo (SINGH e PILLAI, 1975).

Esse conjunto de organismos, apesar de extremamente dependente da umidade do solo, é caracteristicamente terrestre. As atividades tróficas destes animais incluem tanto o consumo de microrganismos e da microfauna como a fragmentação de material vegetal em decomposição. Nos ecossistemas terrestres, DAJOZ (1978) afirma que a maior parte da produtividade primária líquida não é utilizada pelos herbívoros, mas sim pelos decompositores, ou seja, pelos organismos do solo. A mesofauna do solo contribui para a decomposição e ciclagem de nutrientes e é vital para regulação do sistema. Além disso, a fauna do solo pode atuar como vetor para dispersão de sementes e esporos, significando fundamental

importância para a colonização inicial por fungos e micorrizas (MAJER, 1989; WOLTERS, 1991).

2.1.1 Classe Arachnida

A classe Arachnida é composta por animais em geral terrestres, que possuem quelíceras com terminação em ponta para inoculação de peçonha e glândulas ou fiandeiras, que segregam seda para a confecção de teias (LOPES ASSAD, 1997). Aranhas são predadores comuns, que empregam inúmeras técnicas para capturar grande variedade de presas. A maioria dos artrópodos da serapilheira pode ser presa de aranhas em alguma época de suas vidas, e a atividade de predação das aranhas tem um efeito regulador potencialmente importante na comunidade edáfica (POGGIANI et al., 1996), sendo os mais notáveis predadores de habitantes do solo em agroecossistemas (COLEMAN e CROSSLEY, 1996; EKSCHMITT et al., 1997).

2.1.1.1 Sub-classe Acari

Conforme CANHOS (1998), os ácaros formam o grupo de artrópodos de maior diversidade, o que reflete na sua grande diversidade de hábitos alimentares. Dentre os ácaros (Acari: Cryptostigmata), das mais de 10.000 espécies conhecidas, cerca de metade são habitantes do solo. Esta variedade de formas é conjugada com populações freqüentemente densas. Em solos de florestas temperadas, as populações edáficas chegam a ser de 100.000 a 400.000 indivíduos por metro quadrado (ind./m²), sendo que 70% destes são Acari Oribatei (WALLWORK, 1976).

Os ácaros (sub-classe Acari) pertencem à classe Arachnida e podem representar grande parte do total de mesofauna presente no solo, chegando a 78% na floresta e 94,7% na pastagem (TEIXEIRA e SCHUBART, 1988). Eles têm como principais características o reduzido porte e a ausência de segmentação (FLECHTMANN, 1975). De modo geral, o corpo dos ácaros apresenta forma muito variada e diferentemente dividida de um grupo ao outro. Esta marcante diversidade morfológica dos ácaros é acompanhada de grande variedade comportamental. De maneira geral, os ácaros podem ser agrupados em formas de vida livre e formas parasitas (LOPES ASSAD, 1997; PASCHOAL et al., 1996).

Quatro subordens dos ácaros ocorrem freqüentemente nos solos: Prostigmata, Mesostigmata, Astigmata (COLEMAN e CROSSLEY, 1996) e principalmente os Cryptostigmata (subordem Oribatei) (PASCHOAL et al., 1996; OLIVEIRA, 1999), que constituem um dos mais numerosos grupos de artrópodos do solo, tanto em número de espécies quanto em número de indivíduos (FLECHTMANN, 1975).

A maioria dos Cryptostigmata ou Oribatida é dotada de escudos duros e protetores que envolvem todo o corpo. Os Oribatei podem ser identificados por uma completa ou quase completa esclerotização do corpo no estágio adulto. Seu tamanho varia de 0,2 a 1,2 mm, e apresentam uma reprodução relativamente lenta, com uma ou duas gerações por ano (FLECHTMANN, 1975; COLEMAN e CROSSLEY, 1996; PASCHOAL et al., 1996). De modo geral, o nível trófico dos oribatídeos é de decompositores e quanto à nutrição, a maioria é microfítófaga, nutrindo-se de fungos ou algas. Basicamente, os oribatídeos ingerem alimento sólido (PASCHOAL et al., 1996), mas frente à diversidade desses ácaros, existem espécies que se alimentam de praticamente todos os recursos produzidos no solo (OLIVEIRA, 1999). Normalmente são encontrados nas camadas superficiais do solo (FLECHTMANN, 1975), com maior diversidade em horizontes orgânicos mais estruturados e com mais húmus (KRANTZ, 1978).

Os ácaros da Ordem Mesostigmata (ou Gamasida) caracterizam-se por apresentar tamanho médio (0,2–2 mm) e cutícula pouco esclerotizada. São encontrados em todo o mundo, em associação com o solo, a matéria orgânica, as plantas e os animais (PASCHOAL et al., 1996), ocorrendo em maior percentagem em uma profundidade de quatro a seis centímetros (KRANTZ, 1978). Alguns mesostigmatas parasitas podem ser importantes predadores de um ou mais estágios de seu inseto transportador e de outros microartrópodos; outros se alimentam de enquitreídeos e de nematóides no substrato de seu hospedeiro (KRANTZ, 1978; LOPES ASSAD, 1997; PASCHOAL et al., 1996) e algumas poucas espécies são fungívoras (COLEMAN e CROSSLEY, 1996).

Os ácaros da subordem Astigmata, em sua maioria, executam movimentos lentos, apresentam cutícula elástica, transparente e que pode ter algumas regiões esclerotizadas; variando de 0,2 a 1,8 mm de comprimento (FLECHTMANN, 1975; PASCHOAL et al., 1996). São cosmopolitas (FLECHTMANN, 1975) e podem ser

encontrados na matéria superficial do solo, em ninhos de aves e roedores e em alimentos armazenados (PASCHOAL et al., 1996). Podem ter aumento significativo de sua população em consequência da atividade humana, como a aplicação de inseticidas, que causa o declínio de predadores, e a fertilização nitrogenada, que aumenta a população de microorganismos, potenciais recursos alimentares para astigmatas micófagos e saprófagos (KRANTZ, 1978).

Os prostigmatas (subordem Prostigmata) são ácaros em geral pouco esclerotizados quando comparados aos mesostigmatas. A falta de caracteres diferenciais que possam ser aplicados aos prostigmatas como um todo freqüentemente obriga a identificação da subordem por exclusão (FLECHTMANN, 1975). O padrão de alimentação destes ácaros é completamente heterogêneo, com espécies com múltiplos níveis tróficos (fungívoros, predadores, parasitas), que podem ingerir partículas sólidas e outras somente líquidos (KRANTZ, 1978; COLEMAN e CROSSLEY, 1996). As espécies fungívoras são oportunistas e estão aptas a reproduzir rapidamente após distúrbios ou mudanças súbitas no ambiente (COLEMAN e CROSSLEY, 1996).

2.1.1.2 Ordem Pseudoescorpiones

Os pseudo-escorpiões são aracnídeos pequenos, raramente maiores que 8 mm. Vivem no húmus de folhas, no solo, sob cascas de árvores e pedras ou no limo. Devido ao seu pequeno tamanho e à natureza do seu habitat são raramente observados, embora sejam comuns. O método de captura no solo é através de funis de Berlese. Os pseudoescorpiões possuem carapaça retângula, com um ou dois olhos em cada canto lateral anterior, ou os olhos podem encontrar-se ausentes. O abdômen relativamente largo forma uma junção larga com o prossomo e é posteriormente arredondado. As quelíceras são pequenas e têm garras portando várias estruturas acessórias. Os pseudo-escorpiões alimentam-se de pequenos artrópodos, como Collembola e Acari (RUPPERT e BARNES, 1996).

Pseudoescorpiones são considerados importantes predadores no ecossistema edáfico, responsáveis pela regulação das populações de pequenos artrópodos do solo, tais como Collembola, Psocoptera, besouros e suas larvas, Acari e formigas (WEYGOLDT, 1969). YAMAMOTO et al. (1994) demonstraram que

densidades de Pseudoescorpiones são mais altas em florestas de cedro regeneradas naturalmente do que em plantações de cedro, e então considerados sensíveis a ações antrópicas em Florestas.

2.1.2 Ordem Isopoda

A característica mais notável destes crustáceos é o corpo achatado dorsoventralmente. A cabeça tem o formato de um escudo, e os tergitos dos segmentos torácico e abdominal tendem a projetar-se lateralmente. O abdômen tem geralmente a mesma largura do tórax, de forma que as duas regiões podem não ficar claramente demarcadas dorsalmente. As primeiras antenas são curtas e unirremes, e nos Isopoda terrestres são vestigiais. Os Isopoda são consumidores de algas, fungos, líquens, cascas de árvores e matéria animal ou vegetal em decomposição. Muitas espécies vivem por baixo de cascas de árvores e no húmus de folhas tanto de regiões temperadas como tropicais. Os Isopoda terrestres tendem a ser noturnos, são fotonegativos para evitar a perda de água e preferem ambientes úmidos (RUPPERT e BARNES, 1996).

Segundo CURRY (1994), os Isopoda, se abundantes, podem estar entre os principais invertebrados decompositores de matéria orgânica do solo.

2.1.3 Classe Chilopoda

A classe Chilopoda, animais comumente conhecidos como lacraias ou centopéias, que apresentam cabeça com antenas longas e corpo achatado dorsoventralmente com um par de forcípulas inoculadoras de veneno no primeiro segmento (PASCHOAL et al., 1996). São carnívoros, quase exclusivamente predadores, embora ocasionalmente possam se alimentar de material vegetal em decomposição. Muitos são restritos a habitats escondidos, como sob pedras e sob cascas de árvores (ritidomas), nos musgos e no solo (PASCHOAL et al., 1996; POGGIANI et al., 1996). Como os diplópodos, os centípedes (Chilopoda) perdem água diretamente da cutícula em baixa umidade relativa (WOLTERS e EKSCHMITT,

1997) e evitam o ressecamento procurando ambientes úmidos, ajustando a atividade diurna para períodos úmidos (COLEMAN e CROSSLEY, 1996).

Os pequenos artrópodos fazem parte da dieta dos Chilopoda, incluindo ainda minhocas, caramujos e nemóides. A presa é detectada e localizada com as antenas, ou com as pernas, e é então capturada e morta ou estonteada com as forcípulas (RUPPERT e BARNES, 1996).

2.1.4 Classe Diplopoda

A classe Diplopoda é constituída por animais conhecidos por piolhos-de-cobra, gangolôs ou embuás, que apresentam corpo cilíndrico, abdome multidivido, cada divisão com dois pares de pernas curtas ventrais (PASCHOAL et al., 1996). Os Diplopodas são os maiores consumidores de fragmentos orgânicos em florestas temperadas e tropicais onde se alimentam predominantemente de material vegetal morto. Possuem um exoesqueleto calcáreo e, por causa de sua alta densidade, podem ser uma significativa fonte de cálcio (chegando a processar 15-25% do cálcio da superfície do solo), sendo, portanto, importantes na ciclagem de cálcio (COLEMAN e CROSSLEY, 1996). São animais noturnos, ficando escondidos à luz do dia. Somente abandonam seus esconderijos em período noturno quando os dias são chuvosos. Nos períodos secos, vivem em estado de dormência, e à noite costumam empreender migrações e vão se expandindo. Assim, disseminam-se por seus próprios movimentos ou pelo homem, que os transporta com material vegetal e solos (WOLTERS e EKSCHMITT, 1997; PASCHOAL et al., 1996). São encontrados em diferentes microhábitats: dentro e abaixo de troncos podres, debaixo de pedras, em cavernas e inclusive em bromélias (LOOMIS, 1969). Algumas espécies habitam galerias abandonadas de outros animais, como minhocas. É provável que os Diplopoda sejam os maiores artrópodos encontrados nos solos e na liteira das florestas tropicais e, junto com os térmitas, formigas e minhocas, são considerados os principais grupos que interferem na fragmentação e consumo de material vegetal deste bioma (HOPKIN e READ, 1992).

O papel ecológico dos Diplopoda tem sido estudado principalmente em ecossistemas temperados, mas existem poucos estudos em regiões tropicais, onde, alcançam sua máxima diversidade e biomassa (SWIFT et al., 1979).

A abundância dos Diplopoda tem um comportamento estacional tanto em ambientes temperados como em tropicais e apresenta uma relação direta com a precipitação. Outros fatores que podem influenciar na abundância das populações destes artrópodos, além da umidade, são: disponibilidade de alimentos, áreas para nidificação, fatores edáficos, concentração de CO₂ e O₂, predação e parasitismo (GONZÁLES, 1984). Geralmente, nas áreas tropicais os Diplopoda estão entre os artrópodos mais abundantes na época de chuvas e seu número decresce de maneira drástica na época de seca (LEVINGS e WINDSOR, 1984).

Segundo KILLMAN (1994), a distribuição da umidade nos estratos superiores (liteira e troncos podres) causa uma marcada migração das minhocas e diplópodos para os estratos inferiores.

2.1.5 Classe Insecta

Os insetos (ou classe Hexapoda) são artrópodos que aparecem no solo em grande quantidade, tanto em termos de biomassa quanto em termos de número de indivíduos e de espécies (LOPES ASSAD, 1997) e constituem um elemento vital na complexa cadeia de relações entre a vida vegetal e a vida animal (BERTI FILHO, 1995).

Outros grupos menores, como Protura e Diplura, podem ser localmente importantes devido às suas relativas abundâncias e atividades que desempenham na cadeia trófica dos solos (LAVELLE e SPAIN, 2001).

2.1.5.1 Ordem Collembola

Conforme CANHOS (1998), os Collembola são pequenos insetos sem asas, diferenciados em grupos ecomorfológicos de ocorrência específica em diferentes horizontes do solo. A maior parte é altamente especializada na predação de fungos, bactérias, actinomicetos e algas do solo.

Segundo WALLWORK (1976), os Collembola pertencem à sub-classe Apterygota. Eles têm uma distribuição cosmopolita, que abrange desde os picos do Himalaia, florestas equatoriais, até os desertos gelados do continente antártico. Sua

alta população os torna biologicamente importantes ao solo, apesar de seu diminuto tamanho, de 0,2 a 9 milímetros de comprimento. Os Collembola são caracterizados por um abdômen dividido em seis segmentos com apêndices ventrais medianos, que são o tubo ventral, o tenáculo e a fúrcula. A fúrcula e o tenáculo podem ser reduzidos, ou mesmo ausentes em algumas famílias como Onychiuridae e Neanuridae.

O ciclo de vida médio dos Collembola é de dois meses, podendo estender-se a cinco, e em alguns casos até dez meses (HALE, 1971). CHRISTIANSEN (1964) cita que a maioria das espécies tem ciclo de quatro a cinco meses, sendo que algumas podem viver até mais de um ano.

2.1.5.2 Ordem Diplura

Estes Hexapoda apterigotos cosmopolitas podem ser panfitófagos ou predadores de outros microartrópodos. A extremidade do abdômen porta dois filamentos caudais (RUPPERT e BARNES, 1996). Concentram-se na parte superior do perfil do solo e apresentam distribuição agregada (FOX, 1957).

Segundo UPTON (1991), as espécies de Diplura podem ser encontradas no solo, debaixo de pedras, na liteira ou debaixo de madeira em decomposição. Também existem espécies cavernícolas. Eles são separados da liteira ou do solo pelo uso do funil de Tullgren, equipamento de Winkler ou por flotação.

VAN DER DRIFT (1951), em um estudo em florestas na região temperada da Europa, encontrou as maiores densidades de Campodeidae (100 indivíduos/m²), na base de liteira em estágio avançado de decomposição, na camada húmus/solo mineral. Os diplura são geralmente carnívoros e se alimentam de microrganismos do solo, mas algumas espécies são herbívoras, alimentando-se de raízes de plantas e detritos orgânicos.

2.1.5.3 Ordem Protura

São insetos caracterizados pela ausência de asas, antenas e olhos, de corpo não pigmentado, que vivem em ambientes de alta umidade e matéria orgânica. As pernas posteriores são modificadas para auxiliar nas noções sensoriais do animal.

Suas partes bucais são adaptadas para sucção. Eles são fitófagos, alimentando-se também de hifas e micorrizas. Apresentam padrões de distribuição altamente agregada (NOSEK, 1973).

Eles se associam a altos níveis de matéria orgânica e são mais comumente registrados para ambientes florestais. Podem ser separados da liteira ou do solo pelo uso de funis de Tullgren ou por flotação (UPTON, 1991).

2.1.5.4 Ordem Hymenoptera

Uma grande e variada Ordem de insetos, todos com peças bucais mastigadoras, mas também modificadas para beber ou sugar em algumas formas (RUPPERT e BARNES, 1996). Em geral, a maioria das formigas (Formicidae) coletadas na serrapilheira de florestas tropicais é, pelo menos parcialmente, carnívora (FISHER e BINKLEY, 2000). Algumas formigas constroem ninhos em vários tipos de cavidades de plantas, outras escavam galerias em troncos de árvores (formigas arborícolas), mas a maioria constrói seus ninhos no solo, sendo responsáveis pelo transporte de grande quantidade de subsolo para a superfície, com grande influência no equilíbrio pedológico (POGGIANI et al., 1996; LOPES ASSAD, 1997; FISHER e BINKLEY, 2000).

2.1.5.5 Ordem Thysanoptera

Os insetos desta Ordem, Tripes, são delgados, com peças bucais adaptadas para sucção. As asas, quando presentes, são estreitas, com poucas veias e franjadas com pêlos. Um grande número de espécies alimenta-se de seiva de flores, mas alguns Thysanoptera são predadores e alimentam-se de ácaros e insetos menores (RUPPERT e BARNES, 1996).

2.1.5.6 Ordem Psocoptera

Alimentam-se de líquens (KRANTZ, 1978), apresentam pouca pigmentação, peças bucais mastigadoras, asas membranosas quando presentes e metamorfose

gradual. Vivem em cascas de árvores, liteira ou sob rochas (RUPPERT e BARNES, 1996).

2.2 IMPORTÂNCIA DA MESOFAUNA NO ECOSSISTEMA EDÁFICO

Segundo DUNGER (1983), BZUNECK (1988), BUTCHER et al. (1971) e SAUTTER (1995), por serem artrópodos do solo mais numerosos e melhor distribuídos, os invertebrados da mesofauna edáfica demonstram um papel de catalisadores da atividade microbiana na decomposição de matéria orgânica, distribuição de esporos, inibição de fungos e bactérias causadoras de doenças e são utilizados como bioindicadores ambientais e de fertilidade do solo; bem como exercem uma importante função no processo de humificação do solo.

PRIMAVESI (1984) e THOMPSON e EDWARDS (1974) relatam que os Oribatei e os Collembola contribuem para a formação do solo, alimentando-se de materiais orgânicos grosseiros que, após sofrerem a ação de enzimas, serão parcialmente excretados na forma de fezes. Estas são adicionadas ao solo, podendo ser aproveitadas pelos demais organismos da cadeia alimentar, dando como produto final o húmus. HOLE (1981) afirma que a mesofauna edáfica produz “pellets” fecais que, em solos arenosos de dunas, contém a maior parte da matéria orgânica; perfis inteiros de protorendzinas podem se constituir basicamente de pequenos “pellets” destes microartrópodos. A mesofauna edáfica pode não ter um papel importante na movimentação das partículas do solo, nem na ingestão de materiais minerais, como é o caso das minhocas, mas certamente em ambiente como solos florestais, a mesofauna é suficientemente ativa para influenciar a estrutura através da produção de “pellets” fecais. Os “pellets” são geralmente menores que um milímetro de diâmetro e com o tempo eles vão sendo densamente colonizados por fungos (LEE e FOSTER, 1992). Os organismos da mesofauna podem fazer o transporte de matéria orgânica, em avançado estado de decomposição, para níveis mais profundos do perfil do solo e vice-versa. Segundo BERG e PAWLUK (1984) a atividade da mesofauna contribui para estrutura do solo criando um ambiente altamente fértil (fezes) e aumentando consideravelmente a porosidade do solo através da reorganização. Eles podem acelerar a mineralização dos nutrientes (SEASTED,

1984); bem como aumentar em até seis vezes a velocidade de decomposição dos resíduos vegetais (BEHAN et al., 1978).

O trabalho de TEUBEN e VERHOEF (1992) demonstra que a mesofauna exerce um papel importante na disponibilidade de nutrientes biologicamente importantes, como NO_3^- e PO_4^{3-} . Ambos são armazenados em quantidades substanciais na biomassa animal, e altos teores de NO_3^- são encontrados nas fezes. Em torno de 12% do total de K^+ , PO_4^- , N e 2% do Ca^{2+} da camada orgânica de um solo de floresta temperada se encontram incorporados na mesofauna.

Os Oribatei e os Collembola influenciam indiretamente na fertilidade do solo, por meio da estimulação da atividade microbiana, da distribuição de esporos, da inibição de fungos e bactérias causadoras de doenças (BUTCHER et al., 1971). Segundo KLIRONOMOS e KENDRICK (1993) é possível que uma pressão seletiva da fauna edáfica possa influenciar a sucessão de fungos na matéria orgânica em decomposição. A colonização dos fragmentos de liteira por fungos saprófitas primários não muda muito na ausência de *Folsomia candida* (Collembola), mesmo assim os fragmentos da liteira foram também colonizados por fungos saprófitas secundários.

BUTCHER et al. (1971) citam que a mesofauna edáfica influencia indiretamente a fertilidade do solo, por meio da estimulação da atividade microbiana, da distribuição de esporos e da inibição de fungos e bactérias causadoras de doenças. Por isto DUNGER (1983) considera a mesofauna do solo como catalizadora da atividade microbiana. Como resultado de suas atividades no solo, a mesofauna pode aumentar em até seis vezes a velocidade de decomposição dos resíduos vegetais (BEHAN et al., 1978), e assim, acelerar a mineralização dos nutrientes (SEASTED, 1984).

Muitos animais mostram preferências alimentares, e vão se alimentar seletivamente de certas espécies de folhas (DUNGER, 1962), raízes (WINNER, 1959) ou fungos (ADDISON e PARKINSON, 1978). Substâncias biologicamente ativas, excretadas pelas plantas, também mostraram exercer influência sobre diferentes espécies de Collembola (PALISSA, 1967; MUELLER e CHOU, 1972). Segundo BUND (1970) o número de Acari e Collembola é muito maior no sistema radicular de plantas, que no solo desprotegido de áreas de pousio. Ao que AL ASSIUTY et al. (1993) acrescentam que os Oribatei, como grupo, respondem mais

claramente ao tipo de vegetação que os Collembola. A especialização, em dado microhabitat, pode ser desenvolvida mais extensamente em Oribatei.

Em áreas não degradadas, o horizonte superficial dos solos ou horizonte A caracteriza-se por ser fértil e rico em matéria orgânica, em relação aos horizontes mais profundos. Neste horizonte, ocorre a maior atividade de micro e macrorganismos e de raízes secundárias das espécies vegetais (BRADY, 1983; GRIFFITH et al., 1994). Da mesma forma, SOARES e COSTA (1991) constataram que as maiores densidades populacionais se concentram nos primeiros 10 cm, onde verificaram a ocorrência de 97,7% do total de fauna do solo em área com *Eucalyptus* spp. Ainda assim, não é fácil prever o número, o tipo e a atividade dos organismos que podem ser encontrados num determinado solo, pois eles dependem, além do clima e da vegetação, de fatores do solo como umidade, temperatura, aeração, acidez, suprimento de nutrientes e de energia, e grau de perturbação (BRADY, 1983; CURRY e GOOD, 1992; FISHER e BINKLEY, 2000).

GARCIA-ALDRETE (1986), em estudo sobre artrópodos de serapilheira, detectou 23 grupos diferentes de artrópodos em Floresta com dossel cerrado e 20 grupos em vegetação secundária, no México. Os artrópodos estudados incluíram macro e mesofauna, e os grupos dominantes na área de Floresta foram: Acari (55%), Collembola (4,5%), Formicidae (10,8%), Amphipoda (4,5%) e larvas de holometábolos, Thysanoptera (2,7%) e Coleoptera (2,09%). Na vegetação secundária os grupos dominantes foram: Acari (38,7%), Formicidae (27,7%), Collembola (12,5%), Diplopoda (4,7%), larvas de holometábolos (3,9%) e Coleoptera (2,8%).

A maioria dos componentes da meso e macrofauna melhoram o solo, especialmente no que diz respeito à mobilização de nutrientes; fragmentam os resíduos orgânicos, misturando-os com o solo mineral e contribuindo com a incorporação da matéria orgânica, e ainda regulam as populações de fungos e bactérias pela predação ou dispersão de propágulos desses organismos (BRADY, 1983; PRIMAVESI, 1990; POGGIANI et al., 1996; LOPES ASSAD, 1997). As galerias construídas e a excreção de “pellets” fecais por organismos do solo modificam o espaço poroso, desempenhando importante papel na aeração e na permeabilidade do solo, pois facilitam a circulação do ar e a infiltração de água no solo. Os bioporos também facilitam a penetração de raízes, interferindo na sua

resistência mecânica e no padrão de penetração (BRADY, 1983; PRIMAVESI, 1990; POGGIANI et al., 1996; LOPES ASSAD, 1997, FISHER e BINKLEY 2000).

Os vegetais e a fauna do solo também participam da agregação-desagregação da matéria mineral por meio de sua relação com os fenômenos hidrogeoquímicos, promovem transformações das alteritas de rocha do solo, além de forte estruturação do solo (descompactação) e de aumento da porosidade e da transferência de argila para a superfície do solo (remonte vertical) (MIKLÓS, 1998). Portanto, a fauna do solo exerce uma atividade tanto física quanto química no solo (BRADY, 1983), mantendo os sistemas que servem de suporte para as plantas superiores (TRINCA, 1999).

É importante salientar o papel da mesofauna e da microfauna do solo no eficiente processo de reciclagem dos nutrientes, que possibilita a presença de florestas pujantes mesmo sobre solos inférteis (WARING e SCHLESINGER, 1985).

2.3 EFEITOS DA DEGRADAÇÃO DOS SOLOS NAS COMUNIDADES DA MESOFAUNA

CHRISTIANSEN (1964) afirma que a mesofauna edáfica é altamente sensível à compactação do solo ou pressões superficiais. ARITAJAT et al. (1997) concluem que a redução das populações edáficas não se dá pela adversidade das condições físicas do solo, mas sim, provavelmente, pelo dano mecânico direto os animais do solo. Já KAISER et al. (2000) e USHIWATA et al. (1995) afirmam que a compactação afeta fortemente a população da mesofauna edáfica, como consequência das modificações das propriedades físicas do solo. O decréscimo da porosidade total do solo (compactação) é resultado principalmente da redução no volume de poros interagregados aonde habitam os organismos da mesofauna (MEYER, 1993). Como estes organismos conseguem deslocar somente as menores partículas de solo, os seus movimentos ficam restritos aos espaços porosos existente (LEE e FOSTER, 1992). Os Collembola não são capazes de cavar seus próprios túneis no solo e são diretamente dependentes de poros repletos de ar, evitando poros estreitos (CHOUDHURI, 1961).

Apesar de distintas, as causas da degradação podem ser explicadas basicamente pelo manejo do solo (LUCCHESI et al., 1992) e incluem a erosão e

compactação do solo, e o aumento da perda de nutrientes por lixiviação e volatilização (GONÇALVES et al., 2000). Uma das conseqüências da alteração do ambiente é a mudança nas características biológicas do solo, que são afetadas de modo distinto, em curto e em longo prazo. A retirada da cobertura vegetal, o manejo agrícola e a formação de pastagens afetam a fauna e os microorganismos tanto devido às modificações nas propriedades do solo, como pela ação direta destas práticas (GUERRA et al., 1982; TEIXEIRA e SCHUBART, 1988; LOPES ASSAD, 1997). Essas alterações exercem influência não só no número, como também nos tipos de organismos do solo (BRADY, 1983).

Qualquer prática pecuária pode afetar os nichos disponíveis por meio da intervenção nas características físico-químicas ou biológicas do ecossistema (CARDOSO, 1992). Dependendo do tipo de impacto, as reações dos diferentes grupos de organismos podem ser negativas, positivas ou neutras, isto é, pode, por exemplo, haver aumento, limitação ou manutenção do tamanho da população. Quando não há modificação do tamanho da população, pode haver mudança na estrutura da população com redução da quantidade de formas juvenis e ovos. Assim, a redução da diversidade de espécies e a alteração da estrutura da população em alguns grupos da fauna edáfica podem representar um indicador de degradação do solo e de perda de sua sustentabilidade (LOPES ASSAD, 1997).

As principais conseqüências das ações que provocam profundos danos ao ambiente e à organização social humana, no que se refere ao funcionamento biodinâmico da cobertura pedológica, incluem: eliminação direta e indireta da fauna do solo; diminuição da porosidade biológica do solo, o que significa menos infiltração de água, maior erosão superficial, menor percolação de água até a rocha, menor velocidade de formação dos solos, menor transferência de argila para a superfície e maior acúmulo de areia residual (MIKLÓS, 1998).

De acordo com NOGUEIRA et al. (2000), a cobertura florestal atua como importante agente acelerador da recuperação do solo, principalmente em função da deposição de resíduos vegetais (fonte de matéria orgânica) e a ação do sistema radicular. Com a deposição de sementes, há uma rápida recuperação da vegetação nativa e atração de polinizadores e dispersores, que irão promover a diversidade de espécies, que deverá ser gradativamente incrementada, tornando o povoamento auto-sustentável e restaurar a vegetação e o solo.

Sabe-se que o solo contém uma população de artrópodos consideravelmente diversificada, que alcança maior complexidade em habitats naturais como bosques, pradarias permanentes e selvas. São situações em que o clima, a vegetação e o tipo de solo oferecem umidade, temperatura e quantidade de alimentos adequados (BRADY, 1983). Porém, com o crescente aumento da população humana, a agricultura e a pecuária têm assumido, de forma ascendente, caráter complexo e intensivo, caracterizado por uma exploração do solo que, em muitas situações, não respeita sua capacidade de uso (FANCELLI e FAVARIN, 1989).

Nos últimos 150 anos uma grande proporção de florestas da América Latina foi convertida em pastagens. Extensivas áreas de altitude média de floresta tropical Montana têm sido desmatadas para o estabelecimento de áreas para a agricultura (HOUGHTON et al., 1991). Em áreas de maior altitude, as florestas foram utilizadas para extração de madeira e carvão vegetal e então convertidas a pastagens para gado. Estas pastagens dominadas pela introdução de gramíneas africanas têm sido mantidas por décadas, principalmente pela alta densidade destas pastagens que impede a recolonização por outras espécies florestais. A partir do momento em que o pasto é abandonado, a taxa de recobrimento florestal irá depender do grau de degradação em que a área se encontra, do tipo de pastagem plantada e do efeito de borda do entorno da pastagem, caso exista (AIDE e CAVALIER, 1994). A regeneração natural das florestas decorre da interação de processos naturais de restabelecimento do ecossistema florestal. É, portanto, parte do ciclo de crescimento da floresta e refere-se às fases iniciais de seu estabelecimento e desenvolvimento (CARVALHO, 1992). A regeneração em áreas sujeitas a intensa pastagem e erosão do solo pode ser muito lenta ou talvez não vir a acontecer. Nestes locais, a regeneração natural pode também ser inibida devido à competição entre espécies nativas agressivas e as gramíneas introduzidas (AIDE et al., 1995).

Em solos de pastagens bem manejadas com baixa distribuição de cabeças de gado por área, pode-se encontrar populações de invertebrados maiores do que em terras aráveis. A população de invertebrados é afetada, entretanto, pela alta concentração de estoques de gado. O pisoteamento e o consumo do pasto pelo gado é relacionado à alta compactação e diminuição do suprimento de alimentos para os invertebrados do solo (LAL, 1988).

2.4 A MESOFAUNA COMO BIOINDICADORA DO SOLO

Recentemente tem ocorrido um aumento na procura por bioindicadores de impactos ambientais (PAOLETTI et al., 1991). Artrópodos do solo são considerados bons indicadores de condições e alterações nos ecossistemas florestais devido à sensibilidade destes organismos a mudanças ambientais (VAN STRAALLEN, 1997; PAOLETTI e HASSALL, 1999).

Diversos fatores interferem na manutenção dos ecossistemas e os invertebrados são considerados de extrema importância. Alguns grupos da mesofauna edáfica demonstram potencialidades como indicadores das alterações ambientais (DUNGER, 1983).

A maioria dos estudos sobre a mesofauna tem sido dirigida à análise da influência das práticas agrícolas sobre as principais unidades taxonômicas como um todo, mais particularmente, sobre os grupos numericamente mais representativos, como os ácaros e colêmbolos (PRIMAVESI, 1990; BZUNECK e SANTOS, 1991; LOPES ASSAD, 1997), que podem ser usados como bioindicadores das condições ambientais.

Os grupos faunísticos mais importantes do solo, por seu número, diversidade, abundância de espécies e atividade, são os Acari Oribatei e os Collembola. A relevância de ambos é devida principalmente a sua participação em processos como a decomposição da matéria orgânica vegetal e na reciclagem de nutrientes do solo, além de funcionarem como indicadores das condições do meio (PONGE, 1993). Outros autores também consideram estes grupos como indicadores biogeográficos e ecológicos devido à sua grande aptidão para a especiação, sua estenotopia, seu ciclo de vida curto e o baixo poder de dispersão das espécies adaptadas à vida edáfica e ao nível trófico que ocupam (LAL, 1988).

O valor potencial dos Collembola (Insecta) como indicadores biológicos da qualidade do solo e “saúde” do ecossistema tem sido reconhecido cada vez mais (STORK e EGGLETON, 1992; VAN STRAALLEN, 1997) e então o conhecimento sobre este grupo da mesofauna pode ser útil no desenvolvimento de estratégias de conservação e monitoramento de áreas naturais e de áreas impactadas pela ação humana. Além disso, apesar de sua importância ambiental, informações básicas

sobre a ocorrência e ecologia de Collembola estão faltando (ANDRE et al., 1994), especialmente em ambientes neotropicais (MARI MUTT e BELLINGER, 1990).

Como DAVIES (1928) e AGRELL (1941) têm demonstrado, provavelmente o fator mais importante que influencia na distribuição dos colêmbolos é a umidade, e assim se pode empregar os Collembola como indicadores das condições hídricas do solo. MURPHY (1963) e HALE (1971) demonstraram que as mudanças nas populações de colêmbolos parecem estar determinadas por fatores físicos que produzem alterações na quantidade de água do habitat, e por isso, a composição pode estar relacionada com o conteúdo hídrico do solo.

Conforme LAVELLE e SPAIN (2001) Collembola são claros indicadores de mudanças no ecossistema em situações sucessionais devido à sua grande diversidade específica e funcional.

A interação de Acari Oribatei com os fatores abióticos do ambiente é conhecida devida à extrema sensibilidade que os ácaros possuem em resposta a condições físico-químicas do solo, exibindo um padrão comportamental padrão para essas alterações. Populações destes ácaros freqüentemente indicam condições microclimáticas específicas, conferindo ao grupo o status de bioindicadores ambientais. Uma correlação positiva é observada entre o teor de matéria orgânica do solo e a densidade populacional de Oribatida (LOOTS e RYKE, 1967). Estes ácaros têm sido reconhecidos como indicadores do conteúdo de carbono nos ecossistemas (BANERJEE e SANYAL, 1991). Acari são considerados bioindicadores de restauração de florestas tropicais; tendo em vista que alguns estudos têm reconhecido sua importância no funcionamento ecológico e sensibilidade a mudanças ambientais (HUTSON, 1980; BEHAN-PELLETIER, 1999; CUCCOVIA e KINNEAR, 1999). Em particular, Acari Oribatei têm sido utilizados como indicadores em áreas de mineração restauradas (CUCCOVIA & KINNEAR, 1999).

A atividade de invertebrados do solo auxilia no melhoramento das propriedades físicas, químicas e biológicas de solos degradados. As atividades escavadoras dos oligoquetos, térmitas, formigas e da mesofauna diminuem a densidade e aumentam a taxa de infiltração de água de solos compactados. Capazes de recolonizar solos degradados, os invertebrados podem melhorar a estrutura do solo e restaurar sua produtividade (LAL, 1988).

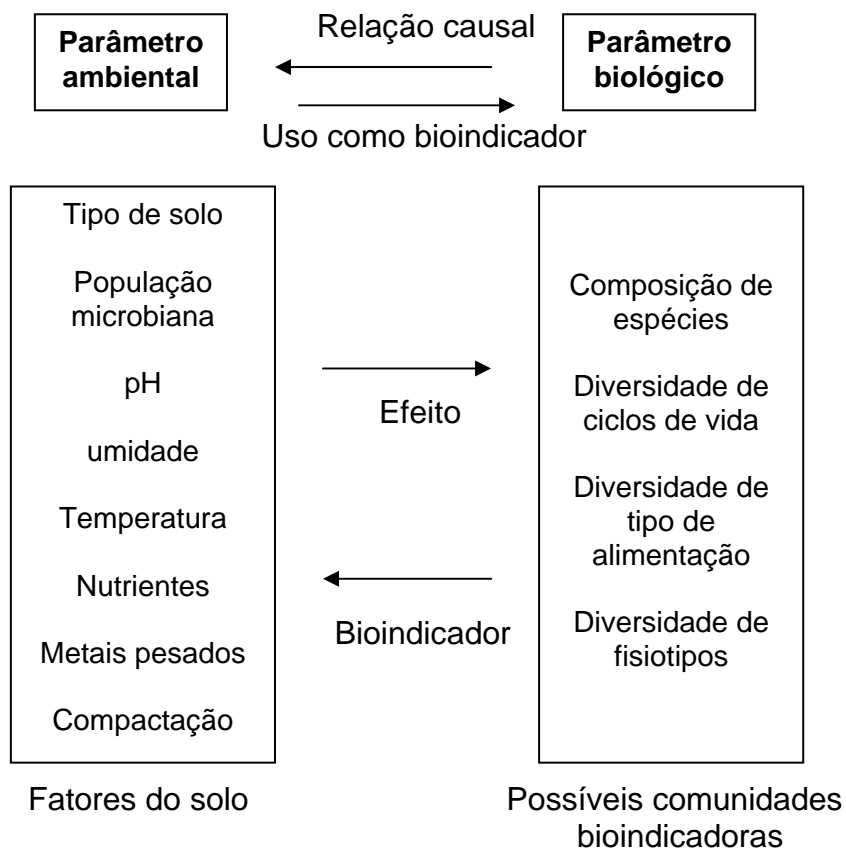
Comunidades de microartrópodos, especialmente aquelas de solos florestais em ambientes de liteira e húmus acumulados, são caracterizados por uma grande diversidade de espécies. A coexistência de um número muito grande de espécies em uma área relativamente pequena, combinada ao fato de muitas delas apresentarem nichos alimentares similares, foi descrita como o “enigma da diversidade de espécies animais do solo” por ANDERSON (1975). Outras pesquisas têm revelado fatores adicionais para a diferenciação de nichos nas comunidades de microartrópodos, tais como segregação sazonal de espécies (VEGTER, 1987) e segregação espacial de espécies provocadas por diferenças nas respostas fisiológicas à umidade (VEGTER, 1983). Assim, os hábitos alimentares dos microartrópodos apresentam uma gama de diferentes enzimas digestivas (SIEPEL, 1990), e diferentes preferências por itens alimentares específicos (HASEGAWA e TAKEDA, 1995).

Considerando as intrincadas relações entre os microartrópodos e seus nichos no solo, a estrutura da comunidade de microartrópodos pode ser utilizada como bioindicadora da “saúde” do solo. Muitos artrópodos do solo (Collembola, Oribatida, Isopoda, Diplopoda) apresentam um padrão sedentário de vida e por isso eles refletem as condições locais do habitat melhor do que organismos com alta capacidade de dispersão, como muitos insetos voadores, por exemplo. Estes fatos têm sido reconhecidos a muito tempo, e as relações entre os tipos de solo e a mesofauna edáfica tem sido estudada em diversos trabalhos pedobiológicos (GUILAROV, 1977; RUSSEK, 1978). Por outro lado, a verdadeira teoria da composição da comunidade de artrópodos do solo, comparável aos sistemas desenvolvidos em ecologia vegetal (ELLENBERG, 1994), ainda está por ser desenvolvida (USHER et al., 1982; GHABBOUR, 1991).

O desenvolvimento de um sistema bioindicador pode ser visto como a relação entre um fator ambiental e um parâmetro biológico (figura 1).

O uso de uma espécie única bioindicadora é atrativo por causa de sua simplicidade, mas não proporciona resolução suficiente para detectar mudanças sutis nas propriedades do solo, sendo mais vantajoso avaliar a estrutura da comunidade como um todo (HÅGVAR, 1994).

FIGURA 1 - ESQUEMA DA RELAÇÃO ENTRE FATORES DO SOLO E COMUNIDADES DE MICROARTRÓPODOS, ATRAVÉS DE VÁRIAS RELAÇÕES CAUSAIS (DA ESQ. PARA A DIR.). QUANDO A ESTRUTURA DA COMUNIDADE É UTILIZADA COMO BIOINDICADORA, ISTO PODE SER VISTO COMO UMA CONVERSÃO DA RELAÇÃO CAUSAL (DA DIR. PARA A ESQ.); (VAN STRAALEN, 1997)



Para o desenvolvimento de bons de bioindicadores é necessário um conjunto de informações sobre toda a comunidade, e as comunidades de invertebrados edáficos são promissoras neste desenvolvimento, devido à sua riqueza de espécies (VAN STRAALEN, 1998).

As comunidades da fauna edáfica refletem claramente diferenças na vegetação e práticas de manejo (LAVELLE e SPAIN, 2001). O conhecimento das comunidades da fauna edáfica pode contribuir para avaliação dos graus de sustentabilidade de uma prática, seja de recuperação de uma área degradada ou até mesmo no caso de um sistema natural interferido (LINDEN et al., 1994). Neste sentido, o conhecimento da composição da comunidade no ambiente edáfico e as alterações que esta comunidade sofre em função da intervenção pode dar subsídios

aos programas que usam o restabelecimento da Floresta Atlântica em seu ambiente de origem (MERLIM, 2005).

2.5 ECOSSISTEMAS FLORESTAIS EM SUCESSÃO

O desenvolvimento do ecossistema ou a sucessão ecológica envolve mudanças na estrutura de espécies e processos da comunidade ao longo do tempo. A seqüência inteira de comunidades que se substituem umas às outras numa determinada área chama-se *sere* ou fases sucessionais e o sistema estabilizado terminal e autoperpetuante é denominado de clímax. Quando o processo de formação de uma comunidade se dá sobre um substrato parcialmente desocupado, é denominado sucessão primária, enquanto que aquele que começa num local anteriormente ocupado por uma comunidade, é denominado sucessão secundária (ODUM, 1988).

A compartimentalização do processo de sucessão secundária em fases ou estágios sucessionais distintos, mesmo arbitrário, é um artifício utilizado na busca do entendimento sobre a dinâmica funcional das florestas (KAGEYAMA et al., 1986).

Quanto aos ecossistemas florestais, vive-se em uma época que poderia ser denominada a “era da vegetação secundária”. Somos espectadores de uma das trocas mais impressionantes da história da vida sobre a terra, pois a biota nativa está extinguindo-se ou adaptando-se a novas condições, tendo como causa principal a atividade humana (GÓMEZ-POMPA, 1971).

Este fato já é suficiente para respaldar qualquer investigação que se realize sobre os processos de regeneração dos ecossistemas florestais, pois é indiscutível que no futuro poder-se-á querer recuperar alguns dos ecossistemas que se tem perdido e por tal motivo os conhecimentos gerados em estudos sucessionais serão fundamentais (GÓMEZ-POMPA & WIECHERS, 1976).

Segundo GANDOLFI (1991), os estudos das florestas tropicais têm crescido nas últimas décadas, não apenas com relação à descrição da composição florística e estrutura fitossociológica mas também, buscando entender a dinâmica destes ecossistemas. Um dos aspectos dinâmicos que se tem pesquisado é a sucessão florestal.

HORN (1974) define sucessão ecológica como um fenômeno que envolve gradativas variações na composição específica e na estrutura da comunidade, iniciando-se o processo em áreas que, mediante ações perturbatórias ou não, se apresentam disponíveis à colonização de plantas e animais, prosseguindo até determinado período, onde tais mudanças se tornam bastante lentas, sendo a comunidade resultante designada como clímax.

Segundo RICKLEFS (1996) quando um ambiente é perturbado – como por exemplo, pelo desmatamento de uma floresta – a comunidade de plantas e animais lentamente se reconstrói. Espécies pioneiras que são adaptadas a habitats perturbados são sucessivamente substituídas por outras até que a comunidade atinja sua estrutura e composição originais. A seqüência de mudanças iniciada pela perturbação é chamada sucessão. As próprias espécies que ocorrem nos estágios sucessionais contribuem para a modificação do ambiente, sendo que dois fatores determinam a posição de uma espécie em uma sucessão: a taxa na qual ela invade um habitat perturbado e as mudanças que ocorrem no ambiente ao longo do curso da sucessão.

O tempo que um ambiente leva para se recuperar é muito variável. Nos trópicos úmidos, as comunidades de floresta recuperam a maioria de seus elementos de clímax dentro de 100 anos após a derrubada, considerando que não se explore o solo. Mas o desenvolvimento de uma floresta tropical verdadeiramente madura destituída de vestígios dos estágios iniciais requer muitos séculos. A velocidade da sucessão diminui à medida que as plantas de crescimento mais lento aparecem e como por exemplo temos a transição de um ecossistema de áreas de floresta de carvalho (no Sul da Polônia) antes utilizadas para agricultura, abandonadas. A transição deste campo aberto para a floresta de pinheiros requer 25 anos, e o desenvolvimento de uma vegetação clímax deste ambiente deve necessitar de mais um século para se restabelecer (RICKLEFS, 1996).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA

A área de estudo fica localizada na Reserva Natural Águas Belas ($25^{\circ}25' S$ e $48^{\circ}40' W$), situada no Município de Antonina, Estado do Paraná, dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) Federal de Guaraqueçaba, Região Sul do Brasil (figura 2).

FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO, NO MUNICÍPIO DE ANTONINA, PR



FONTE: LABSIG SPVS, 2004 (adaptado) .

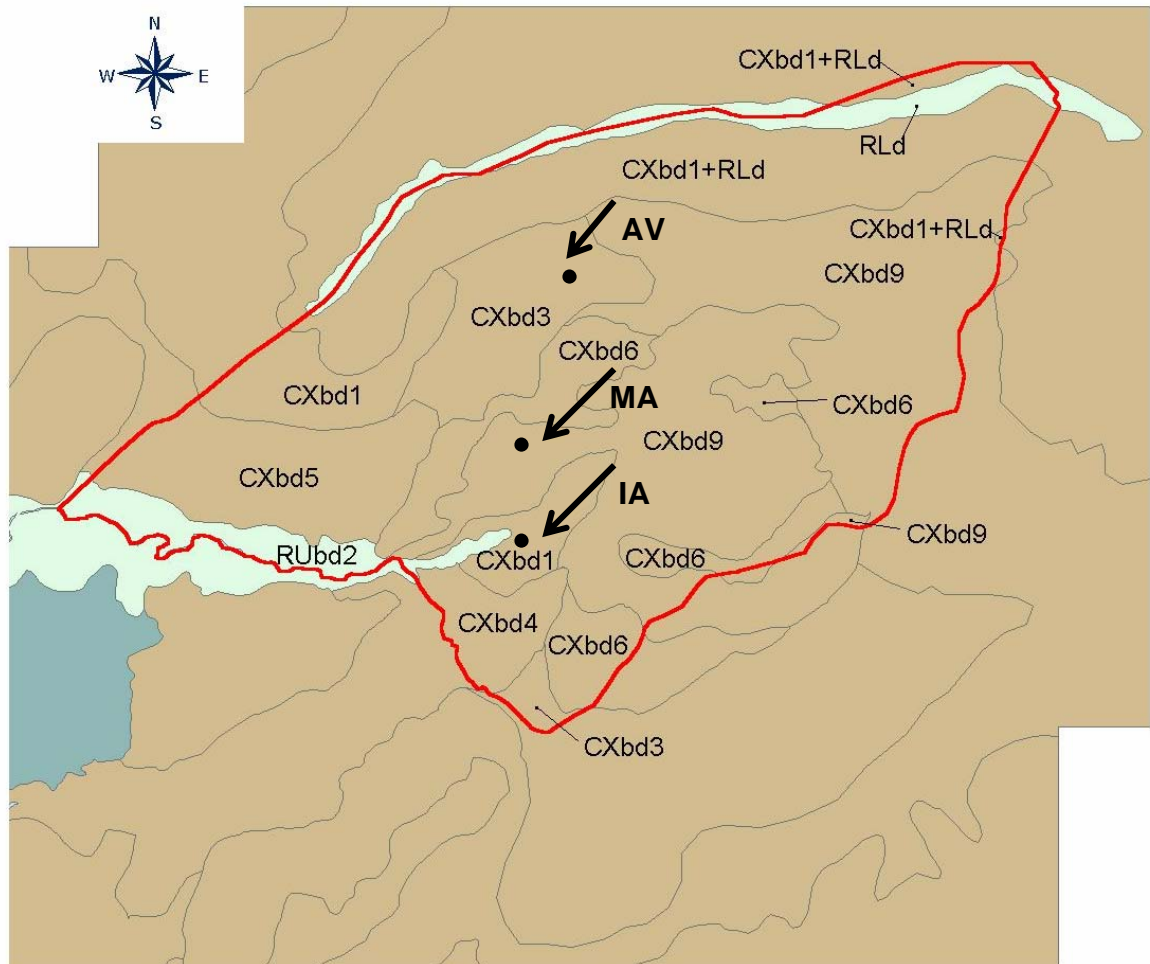
A Reserva Águas Belas, uma unidade de conservação incluída na categoria de Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), pertence à Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP) paranaense Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS). A instituição desenvolve projetos de restauração florestal onde são testados diversos modelos de plantio em áreas de pastagens recentemente abandonadas, e são monitorados os processos de regeneração natural em diferentes tipos de ambientes. Dentro da Reserva, as áreas de estudo se situam em área de encosta na Serra do Mar, com altitudes em torno de 50 -100 m, sobre Cambissolos háplicos distróficos (figura 3).

O clima da região foi definido segundo Koeppen (IAPAR, 1978), como clima tropical superúmido. As menores taxas de precipitação pluviométrica ocorrem no mês de julho e as maiores no mês de fevereiro. A temperatura média anual varia de 17 a 21 °C, enquanto a precipitação média anual é de 2400 mm.

Na Reserva e suas proximidades, a maior parte das áreas sofreu intervenção humana, com exploração seletiva de madeira na base das encostas, e desmatamento nas planícies para instalação de pastagens ou culturas agrícolas. (SPVS, 1995).

Ao longo da década de 1970, instalaram-se nesta região empresas do setor agropecuário (café, palmito e criação extensiva de búfalos) atraídas pela política de incentivos fiscais implantada pelo governo federal que subsidiava o crédito rural e diminuía os impostos. A bubalinocultura sem técnicas adequadas de manejo é uma atividade altamente impactante e indesejável na região. Foram desmatadas áreas significativas da Floresta Atlântica e transformadas em pastagens, o que provocou uma modificação nas características tróficas deste ecossistema. Na maioria das vezes a excessiva carga animal e a ausência de limites (cercas) com a floresta nativa foram responsáveis por modificações na biodiversidade local, tais como a descaracterização da flora, a compactação do solo pelo excesso de pisoteio, e o desnudamento do solo pelo pastoreio intensivo (PEREIRA, 2001).

FIGURA 3 - MAPA DE SOLOS DA RESERVA NATURAL ÁGUAS BELAS, INDICANDO A LOCALIZAÇÃO DAS PARCELAS NAS FASES SUCESSIONAIS EM ESTUDO: INICIAL ARBÓREA (IA), MÉDIO AVANÇADA (MA) E AVANÇADA (AV), ANTONINA, PR - 2004



1:25000
300 0 300 600 Meters

Ag	Água
CXbd6	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico latossólico
CXbd9	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico léptico/típico
CXbd3	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico
CXbd1	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico/argissólico
CXbd1+RLd	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico/argissólico + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico
CXbd4	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico/flúvico
CXbd5	GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico incéptico
RUbd2	NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico típico
RLd	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico

— LIMITE DA RESERVA NATURAL ÁGUAS BELAS

FONTE: LABSIG SPVS, 2004.

A necessidade dos búfalos de banharem-se diariamente está associada a outro impacto na região. As áreas desmatadas foram estendidas até as margens dos rios, banhados e nascentes, e o uso intenso destes recursos pelos búfalos tem sido a causa da degradação de margens, erosão, assoreamento dos rios, poluição dos cursos e fontes de água com urina e coliformes fecais, e prejuízos à drenagem, com danos à jusante nos recursos pesqueiros, qualidade das águas e contribuição para o assoreamento do estuário (PEREIRA, 2001).

Segundo ARROYO (2004), uma das principais atuais ameaças à biodiversidade da APA de Guaraqueçaba é a criação de búfalos em locais inapropriados e sem monitoramento adequado, o que tem provocado desmatamento, compactação do solo, erosão e a introdução de pastagem invasora africana (*Brachiaria* sp).

3.1.1 Histórico da área experimental

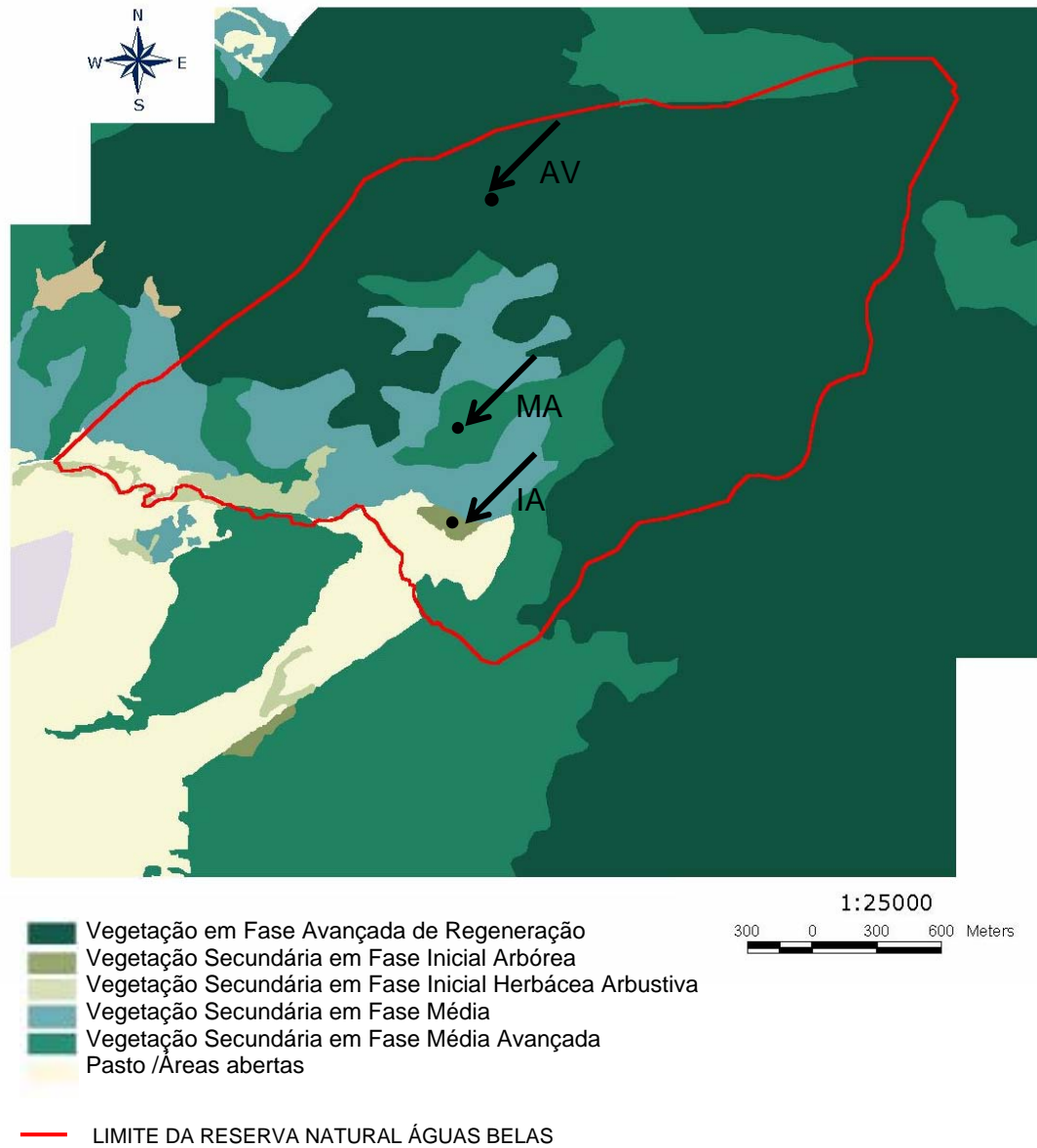
A floresta original que inicialmente recobria a área de estudo corresponde à Floresta Ombrófila Densa Submontana (IBGE, 1992). Esta vegetação encontra-se atualmente em diversos estágios de regeneração natural após sofrer intervenção humana pela exploração seletiva de madeira na base das encostas e principalmente pela criação de búfalos asiáticos (bubalinocultura) em pastagens, desenvolvida por grandes proprietários.

Por meio de um levantamento de dados sobre o histórico de uso da área de estudo, realizado através de entrevistas com funcionários da Reserva e moradores locais, aliado ao estudo da estrutura e composição vegetacional local realizado por técnicos da ONG SPVS, foi possível definir áreas em diferentes fases sucessionais. Três áreas em diferentes fases foram escolhidas para a realização deste experimento. Suas características são descritas no próximo item.

3.2 DETALHES DO EXPERIMENTO E DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS

As três áreas, delimitadas nas três diferentes fases de regeneração natural ou vegetação secundária, escolhidas para este estudo estão indicadas na figura 4.

FIGURA 4 - MAPA DE VEGETAÇÃO DA RESERVA NATURAL ÁGUAS BELAS, INDICANDO A LOCALIZAÇÃO DAS PARCELAS NAS FASES SUCCESIONAIS EM ESTUDO: INICIAL ARBÓREA (IA), MÉDIO AVANÇADA (MA) E AVANÇADA (AV). ANTONINA, PR - 2004



FONTE: LABSIG SPVS, 2004.

As fases de regeneração representando os diferentes níveis de ação antrópica são:

1. Fase inicial arbórea:

Definida por uma vegetação caracterizada por gramíneas e ervas e principalmente uma ou duas espécies de árvores pioneiras e com aproximadamente 20 anos após o uso como pastagem. Esta área foi utilizada durante aproximadamente 10 anos para a criação de búfalos e foi iniciado o processo de regeneração natural na década de 1980, após o proprietário adquirir outra fazenda mais próxima da estrada PR-405, dotada de maior espaço de planície (SPVS, 2006).

O estágio inicial arbóreo de sucessão é caracterizado pela ocorrência de espécies arbustivas e arbóreas pioneiras representadas principalmente por Melastomataceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae e Vochysiaceae. Nessa situação, a diversidade de espécies ainda é reduzida, emergindo elementos arbóreos de crescimento rápido e tolerantes à elevada incidência lumínica, formando agrupamentos densos, com alto número de indivíduos distribuídos nas classes de diâmetro mais reduzido, como pode ser observado na figura 5a e b. Normalmente há o predomínio de uma ou outra espécie, havendo a formação de agrupamentos com baixa riqueza específica. Na área de estudo são espécies típicas deste estágio foram listadas na tabela 1. O estrato arbustivo-herbáceo é bastante desenvolvido, dominado por diversas espécies que por vezes formam densos emaranhados (SPVS, 2006).

2. Fase média avançada:

Definida por uma vegetação caracterizada por várias espécies de árvores pioneiras e secundárias iniciais, poucas secundárias tardias, tendo aproximadamente 35 anos após o uso como pastagem. A segunda área também foi utilizada para a bubalinocultura ao longo de aproximadamente seis anos, tendo sido abandonada há mais tempo, já na década de 70 (UBIRAJARA FERREIRA¹, 2005).

¹Comunicação pessoal do autor (19 de abril de 2005).

Este estágio, que sucede o inicial arbóreo, é caracterizado por espécies que também apresentam crescimento rápido, mas com necessidades mais específicas quanto ao sombreamento e condições edáficas (tabela 1). Nesta etapa percebe-se um incremento diamétrico, em relação à fase Inicial arbórea, notável através da comparação entre as figuras 5a e 6a, sendo que os indivíduos que pertenciam ao estrato inicial arbóreo começam a exibir altos índices de senilidade e/ou mortalidade. O estrato arbustivo-herbáceo torna-se menos denso, ocorrendo também incremento de espécies (SPVS, 2006).

3. Fase avançada ou floresta pouca alterada:

Considerada floresta em estágio avançado de regeneração, que sofreu extração seletiva de madeira, mas nunca foi desmatada para transformação em pastagens. Esta cobertura é florestal, multiestratificada e altamente diversificada, com um dossel que pode atingir, conforme o local, até 30 ou 35m. Quando comparada com as demais formações, é mais rica em plantas herbáceas, arbustivas e epífitas, como demonstra a figura 7a. O estrato herbáceo-arbustivo conta com elevado número de samambaias, gramíneas, caetés, entre outros. As epífitas ocorrem em elevada riqueza e densidade (SPVS, 2006).

A vegetação que se estabelece após o abandono de áreas perturbadas, seja pela supressão total da vegetação ou pela extração de grande parte das espécies encontradas em uma comunidade, é bastante variada e sua composição depende da interação de variados fatores como tipo, intensidade e duração da perturbação, disponibilidade de matriz de recolonização, e tamanho da área que sofreu a perturbação. Normalmente, as fases iniciais da sucessão secundária são compostas por espécies herbáceas pioneiras, pertencentes principalmente à família Melastomataceae, cuja característica morfológica foliar é destacada pela presença de nervuras paralelinérveas (figura 5c).

Com o decorrer do processo, espécies arbustivas e algumas arbóreas pioneiras iniciam seu estabelecimento, aumentando consideravelmente o sombreamento e o teor de matéria orgânica do solo, propiciando assim a seqüência de estabelecimento de espécies cada vez mais exigentes, características das fases mais desenvolvidas das florestas (SPVS, 2006).

Dados da fitossociologia das áreas, coletados por LIEBSCH (não publicado), indicam que os três maiores valores de VI (valor de importância) para a fase inicial arbórea são: *Tibouchina pulchra* (177,16), *Myrsine coriacea* (61,10), *Miconia cinerascens* (23,28); e para a fase média avançada são: *Batisia meridionalis* (33,55), *Sloanea guianensis* (32,42), *Hyeronima alchorneoides* (28,94), enquanto que para a fase avançada são: *Marlierea tomentosa* (32,11), *Psychotria nuda* (26,87), *Pouteria venosa* (18,98) e *Euterpe edulis* (18,98).

As espécies vegetais presentes nas parcelas em cada fase sucessional estão indicadas na tabela 1.

FIGURA 5 - ASPECTO GERAL DA VEGETAÇÃO (a), COBERTURA DAS COPAS DAS ÁRVORES (b) E COBERTURA DA SUPERFÍCIE DO SOLO (c) NA FASE SUCESSIONAL INICIAL ARBÓREA (IA). ANTONINA, PR - 2004

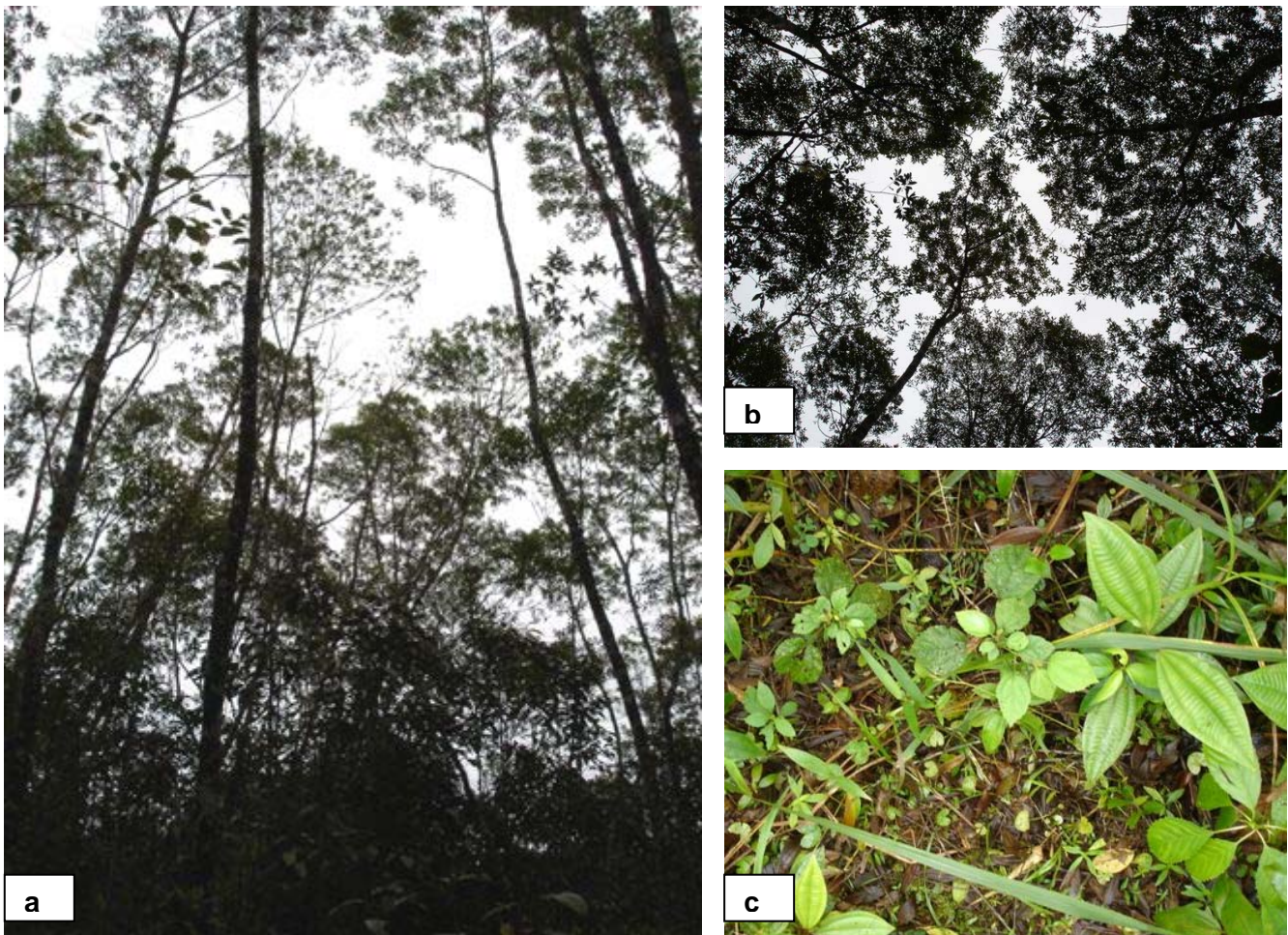


FIGURA 6 - ASPECTO GERAL DA VEGETAÇÃO (a), COBERTURA DAS COPAS DAS ÁRVORES (b) E COBERTURA DA SUPERFÍCIE DO SOLO (c) NA FASE SUCESSIONAL MÉDIA AVANÇADA (MA). ANTONINA, PR - 2004



FIGURA 7 - ASPECTO GERAL DA VEGETAÇÃO (a), COBERTURA DAS COPAS DAS ÁRVORES (b) E COBERTURA DA SUPERFÍCIE DO SOLO (c) NA FASE SUCESSIONAL AVANÇADA (AV), ANTONINA, PR - 2004



TABELA 1 - ESPÉCIES FLORESTAIS PRESENTES NAS PARCELAS DAS FASES SUCESSIONAIS INICIAL ARBÓREA (IA), MÉDIA AVANÇADA (MA) E AVANÇADA (AV). ANTONINA, PR - 2005

continua

Família	Espécie	IA	MA	AV
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.		•	
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.		•	
Aquifoliaceae	<i>Ilex theazans</i> Mart.		•	
Annonaceae	<i>Guatteria australis</i> A. St.-Hil.		•	
	<i>Rollinia salicifolia</i>			•
	<i>Rollinia sericea</i> R.E. Fries		•	•
Arecaceae	<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret		•	
	<i>Euterpe edulis</i> Mart.		•	•
Asteraceae	<i>Vernonia puberula</i> Less.			•
Bignoniaceae	<i>Tabebuia serratifolia</i>			•
Caesalpiniaceae	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & Barneby	•		
	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake			•
Cannellaceae	<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwacke) Occhioni			•
Cecropiaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Tréc.	•		•
	<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.			•
Celastraceae	<i>Maytenus alaternoides</i> Reissek		•	
	<i>Maytenus schumanniana</i> Loes.		•	•
Clusiaceae	<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi			•
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella hebeclada</i> Moric. ex DC.		•	•
Cyatheaceae	<i>Cyathea corcovadensis</i>		•	
	<i>Cyathea phalerata</i> Mart.		•	•
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.		•	•
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.		•	
	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.		•	
	<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão		•	•
	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	•	•	
Fabaceae	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.		•	
	<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	•		
	<i>Lonchocarpus</i> sp			•
	<i>Machaerium uncinatum</i> (Vell.) Benth.		•	•
	<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms			•
	<i>Pterocarpus violaceus</i> Vogel		•	
Flacourtiaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.		•	
	<i>Casearia obliqua</i> Spreng.		•	•
Lauraceae	<i>Nectandra leucantha</i> Nees & Mart.		•	
	<i>Nectandra</i> sp		•	•
	<i>Ocotea catharinensis</i> Mez		•	
	<i>Ocotea laxa</i> (Nees) Mez			•
	<i>Ocotea elegans</i>		•	
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze		•	
Magnoliaceae	<i>Talauma ovata</i> A. St.-Hil.			•
Melastomataceae	<i>Leandra dasytricha</i> (A.Gray) Cogn.			•
	<i>Miconia cinerascens</i> Miq. var <i>robusta</i>	•		
	<i>Tibouchina pulchra</i> (Cham.) Cogn.	•	•	

TABELA 1 - ESPÉCIES FLORESTAIS PRESENTES NAS PARCELAS DAS FASES SUCESSIONAIS INICIAL ARBÓREA (IA), MÉDIA AVANÇADA (MA) E AVANÇADA (AV). ANTONINA, PR – 2005 conclusão

Família	Espécie	IA	MA	AV
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.		•	•
	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl		•	•
Mimosaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.			•
	<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.		•	
	<i>Pseudopiptadenia warmingii</i> (Benth.)		•	
Monimiaceae	<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins		•	•
Moraceae	<i>Ficus insipida</i> Willd.		•	
Myrtaceae	<i>Calyptranthes lucida</i> Berg		•	
	<i>Calyptranthes stigippes</i> Berg			•
	<i>Campomanesia reitziana</i>		•	
	<i>Eugenia catharinensis</i> Legrand		•	
	<i>Eugenia cerasiflora</i>		•	
	<i>Eugenia magnibracteolata</i>			•
	<i>Eugenia prasina</i>		•	
	<i>Eugenia stigmata</i>		•	
	<i>Marlierea reitzii</i> Legrand		•	
	<i>Marlierea obscura</i> Berg		•	•
	<i>Marlierea sylvatica</i> (Gardner) Kiaersk.		•	
	<i>Marlierea tomentosa</i> Cambess.			•
	<i>Myrcia spectabilis</i>			•
	<i>Myrceugenia miersiana</i>			•
Myristicaceae	<i>Virola bicuhyba</i> (Schott ex Spreng.) Warb.		•	•
Mysinaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	•		
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz		•	•
	<i>Guapira asperula</i> (Standl.) Lundell	•	•	
Piperaceae	<i>Piper cernuum</i> Vell.			•
Quiinaceae	<i>Quiina glaziovii</i> Engl.		•	•
Rubiaceae	<i>Alibertia concolor</i> (Cham.) K. Schum.			•
	<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.		•	
	<i>Bathysa meridionalis</i> L.B. Sm. & Downs		•	•
	<i>Psychotria suterella</i> Müll. Arg.		•	•
	<i>Psychotria nuda</i> (Cham. & Schltld.) Wawra		•	•
	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.			•
	<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll. Arg.		•	•
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.		•	
Sapindaceae	<i>Pilocarpus pauciflorus</i> A. St.-Hil.		•	•
	<i>Allophyllus petiolatus</i> Radlk.			•
	<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	•	•	•
	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.		•	
Sapotaceae	<i>Matayba juglandifolia</i> Radlk.		•	
	<i>Chrysophyllum inornatum</i> Mart.			•
	<i>Chrysophyllum</i> sp		•	•
Simaroubaceae	<i>Pouteria venosa</i> (Mart.) Baehni		•	•
	<i>Picramnia parviflora</i>			•
Verbenaceae	<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	•		
	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.			•

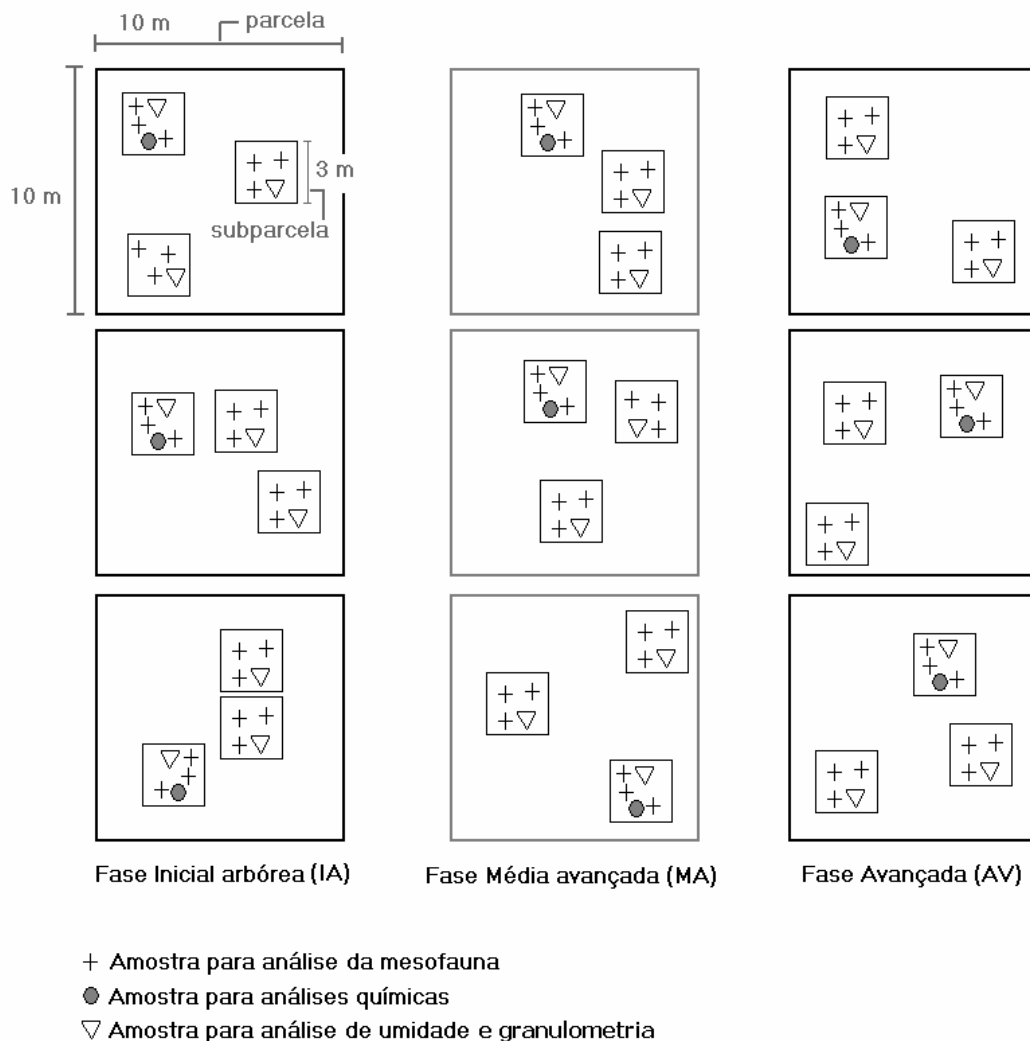
FONTE: LIEBSCH (não publicado).

3.3 COLETA DE MATERIAL E DADOS PARA ANÁLISES

Foram realizadas sete campanhas amostrais para coletas de solo para estudo da população da mesofauna e, paralelamente a estas, foram retiradas amostras para umidade, granulometria e fertilidade do solo, seguindo o esquema da figura 8.

As amostras de mesofauna edáfica, análises químicas e de umidade foram retiradas em todas as épocas de coleta no mesmo horário, sendo das 09h00 às 09h30 na fase sucessional Inicial arbórea, das 10h00 às 10h30 na fase Média avançada, e das 11h00 às 11h30 na fase Avançada.

FIGURA 8 - ESQUEMA DE COLETAS, REPRESENTANDO OS TRÊS TRATAMENTOS (FASES SUCESSIONAIS) E AS COLETAS REALIZADAS EM CADA SUBPARCELA NA ÁREA DE ESTUDO. ANTONINA, PR – 2004/2005



3.3.1 Mesofauna edáfica

Os organismos da mesofauna edáfica foram estudados com base em coletas no período de 13 de janeiro de 2004 a 05 de fevereiro de 2005. Foram realizadas no total sete campanhas amostrais, com um intervalo aproximado entre elas de sete semanas. Em cada época, efetuaram-se nove amostragens por parcela e 81 amostras a cada época, sendo 27 em cada fase de regeneração. Foram efetuadas, no total, 567 amostras para análise da mesofauna edáfica.

A coleta de mesofauna edáfica foi feita com auxílio de um cilindro de metal de 8 cm de diâmetro e 5 cm de profundidade, totalizando 251,3 cm³ de volume de solo por amostra. A camada de serrapilheira que cobria a área de introdução do cilindro, quando existente, foi coletada manualmente utilizando-se um saquinho plástico como luva e aproveitando o mesmo verso para acondicionar a amostra de solo.

Imediatamente após a coleta, as amostras foram levadas para as mesas extratoras onde estavam instalados Funis de Berleze, cuja fonte de calor e luz eram lâmpadas de 25 W (figura 9). As radiações produzidas pelas lâmpadas sobre a amostra de solo provocam a fuga dos artrópodos no sentido contrário à luz, em direção ao funil. Além disso, o solo secando progressivamente, torna-se desfavorável à presença dos organismos, que procuram as camadas mais profundas do solo da amostra e com isto passam pelo funil, caindo dentro de frascos plásticos com líquido conservante. Este líquido compõe-se de 70% de álcool, 28% de água, 1% de formol e 1% de glicerina.

Passado o período de extração nas mesas, equivalente a sete dias, os frascos foram etiquetados e, em laboratório, o material contido em cada frasco foi transferido para placas de Petri. A triagem e contagem dos diferentes grupos de mesofauna foram realizadas com o auxílio de um microscópio estereoscópico (TECNIVAL modelo SQF-F). Os organismos coletados encontram-se no laboratório de Biologia do Solo da Universidade Federal do Paraná.

Os invertebrados foram separados taxonomicamente em Acari, Aranae Pseudoescorpiones (Aracnida); Collembola, Diplura, Protura, Formicidae, Coleoptera larvas e adultos, Diptera larvas, Isoptera, Psocoptera e Thysanoptera (Insecta); Pauropoda, Chilopoda, Diplopoda, Symphyla (“miriápodos”), Oligochaeta e família Enchytraeidae; Gastropoda (Mollusca), Isopoda (Crustacea) e outros.

FIGURA 9 - IMAGENS DO EQUIPAMENTO EXTRATOR, COM DETALHE PARA UM DOS FUNIS DE BERLESE, UTILIZADOS PARA EXTRAÇÃO DA MESOFAUNA DAS AMOSTRAS DE SOLOS COLETADAS. ANTONINA, PR - 2004



3.3.2 Análises químicas

As coletas de solos para análises químicas foram realizadas nas mesmas datas da coleta de material biológico, sendo que as amostras eram retiradas ao lado das amostras para fauna, e acondicionadas em sacos plásticos para posterior análise em laboratório. A cada época foram realizadas três amostras compostas, ou seja, uma amostra composta por fase sucessional. Foram efetuadas no total, 21 amostras para análise das características químicas do solo. A profundidade de coleta foi de 0 a 5 cm.

As análises químicas foram efetuadas no Laboratório de Fertilidade do Solo e no Laboratório de Biogeoquímica e Nutrição de Plantas do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola do Setor de Ciências Agrárias da UFPR, seguindo as metodologias descritas por EMBRAPA (1979), sendo analisados os seguintes elementos: Carbono (C), pH (CaCl_2), Nitrogênio total (N), Potássio (K) e Fósforo (P) disponíveis e Cálcio e Magnésio (Ca+Mg) trocáveis.

3.3.3 Análises físicas

Quanto aos parâmetros físicos do solo pertinentes a este estudo foram analisados:

a. Umidade gravimétrica: estudada com base nas mesmas sete épocas de coleta. A cada época efetuou-se nove amostras por fase sucessional, totalizando 27 amostras por época. As amostras de solo para esta análise foram retiradas ao lado das amostras para análise de fauna de solo. Em seguida, foram acondicionadas em sacos plásticos duplos, para posterior análise em laboratório, utilizando-se de uma estufa a 105° C e uma balança digital. A metodologia utilizada foi a recomendada por EMBRAPA (1979):

Umidade (g/g)= $100 \times \left\{ \frac{\text{peso da amostra úmida} - \text{peso da amostra seca a } 105^{\circ} \text{ C}}{\text{peso da amostra seca a } 105^{\circ} \text{ C}} \right\}$

b. Granulometria: As amostras para análises de granulometria foram coletadas ao lado dos pontos de amostragem para análises de umidade, sendo realizadas apenas na quarta época de coleta, em junho de 2004, constituindo três amostras simples para cada parcela, e ao final, três amostras compostas caracterizando cada uma delas, uma fase sucessional. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório do Departamento de Solos do Setor de Ciências Agrárias da UFPR. A análise granulométrica completa foi realizada pelo Método do densímetro, descrito por EMBRAPA (1979).

3.3.4 Dados meteorológicos

Foram utilizados os dados fornecidos pela estação meteorológica (25°22' S e 48°80'W) do Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), também situada no município de Antonina, Paraná (Apêndices 1 e 2).

3.4 AVALIAÇÃO DAS POPULAÇÕES

Para cada grupo da mesofauna (táxon) foi determinado o seu respectivo Índice de Constância durante o período de coletas, nas três fases sucessionais de regeneração. A Constância refere-se à relação entre o número de coletas da espécie estudada e o total de coletas (DAJOZ, 1974):

$$C (\%) = \frac{P}{N} \times 100$$

onde: C = Constância, P = Número de coletas em que constou o táxon estudado, e N = Número total de coletas efetuadas.

Obtidas as porcentagens, as espécies foram agrupadas em categorias, de acordo com a classificação de BODENHEIMER (1955):

Taxa constantes: presentes em mais de 50% das coletas;

Taxa acessórios: presentes em 25% e 50% das coletas;

Taxa acidentais: presentes em menos de 25% das coletas.

3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Utilizando os dados gerados pela contagem de organismos da mesofauna, análises dos atributos químicos e físicos do solo, e parâmetros ambientais coletados, foram realizadas as seguintes análises estatísticas:

1. Correlação de Spearman, um teste não paramétrico para dados que não assumem normalidade, utilizando o software R, para gerar uma matriz de correlação entre as variáveis para cada tratamento;

2. Análises multivariadas de Fatores (*Principal Component Factor Analysis*), utilizando o software estatístico MINITAB 14.

A análise fatorial é uma técnica de análise multivariada que visa examinar a interdependência entre variáveis e a sua principal característica é a capacidade de redução de dados. Foi realizada a análise fatorial com a estimação dos fatores pelo método de componentes principais.

A análise fatorial é uma técnica de redução do número total de variáveis. A técnica consiste em reescrever as coordenadas de um conjunto de dados em um outro sistema de eixos que seja mais conveniente para a análise destes dados. Estas novas coordenadas são o resultado da combinação linear das variáveis originais e são representadas sobre eixos ortogonais, sendo obtidas em ordem decrescente de variância. Portanto, a primeira componente principal detém mais informação sobre os dados do que a segunda componente principal que não detém informações contabilizadas anteriormente.

Para a análise foram utilizadas as matrizes de correlação, pois estas apresentam valores padronizados entre -1 e 1, o que facilita quando comparados, eliminando o problema de escalas diferentes encontradas nas 15 variáveis envolvidas no estudo.

Para a análise das médias finais de cada grupo da mesofauna foi utilizada a análise de variância com a transformação da variável (raiz quadrada) e foi verificada a diferença entre os tratamentos através do teste de Tukey de comparações múltiplas sempre utilizando nível de 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 FLUTUAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR E DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL

A figura 10 apresenta a flutuação da temperatura média diária (°C) no decorrer das épocas de coleta, e a figura 11 demonstra a soma mensal da precipitação pluvial acumulada (mm) neste mesmo período.

FIGURA 10 - TEMPERATURA MÉDIA MENSAL (°C). ANTONINA, PR - 2004/2005

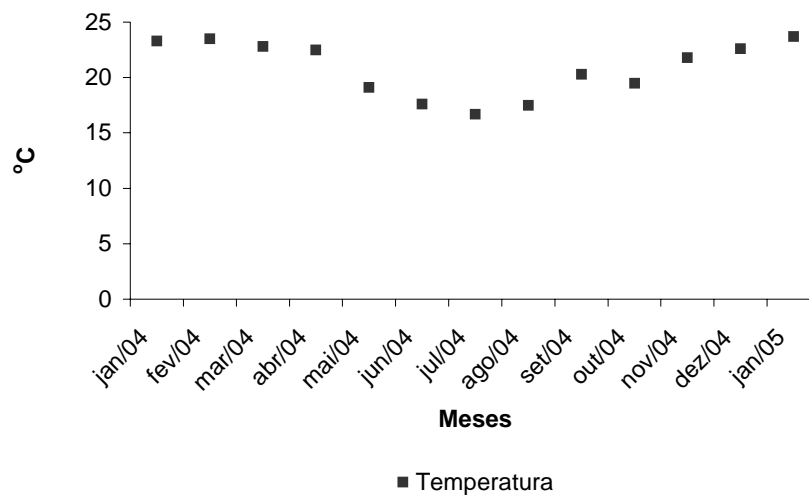
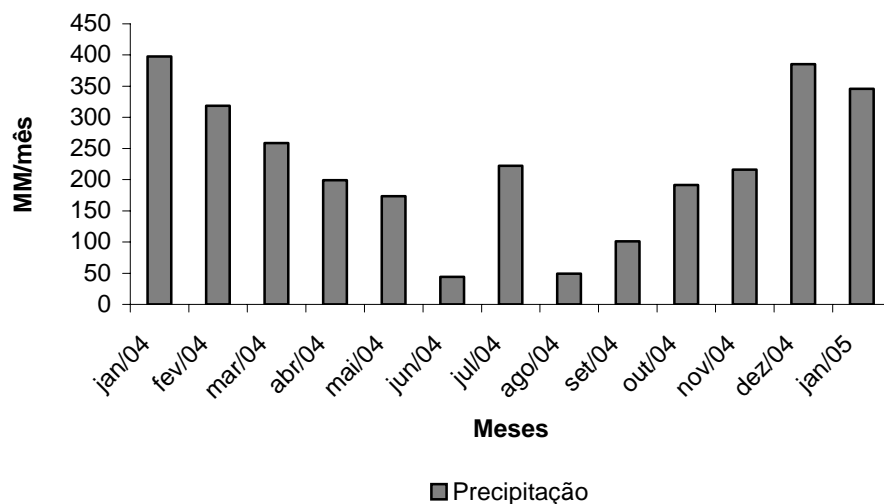


FIGURA 11 - SOMA MENSAL DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL DIÁRIA ACUMULADA (MM). ANTONINA, PR - 2004/2005



Na figura 10 é possível observar uma variação entre 16°C e 24°C, sendo os meses de maior temperatura os meses de primavera, verão e início do outono.

Observando-se o gráfico da figura 11 nota-se um decaimento gradual da quantidade de chuvas em direção aos meses do inverno, porém, com a presença de um período chuvoso entre julho e agosto, e posteriormente uma ascensão gradual dos níveis médios de precipitação, em direção aos meses do verão.

4.2 PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO DA ÁREA DE ESTUDO

A tabela 2 contém os resultados de alguns parâmetros químicos do solo analisados, possibilitando a comparação dos níveis observados nas três fases sucessionais ao longo das épocas de coleta. De uma maneira geral, os ambientes das fases sucessionais apresentaram pouca variação nos níveis dos elementos químicos avaliados. A fase média avançada concentrou os maiores valores observados para a concentração dos elementos químicos fósforo e nitrogênio na maioria das épocas de coleta.

Os menores índices de pH em CaCl_2 estiveram presentes na fase média avançada. Com relação aos níveis de Carbono (C) é possível observar que há pouca variação entre as três fases sucessionais, sendo que os maiores índices foram encontrados na sua maior parte na fase inicial arbórea.

A concentração de Potássio (K) apresentou baixa variação tanto entre os tratamentos, como entre as épocas de coleta, sendo que os valores mais acentuados foram encontrados, na maioria, no estágio inicial arbóreo; a média das sete épocas foi igual nos três tratamentos.

Os níveis de Cálcio e Magnésio (Ca+Mg) apresentaram baixa variação entre as fases sucessionais e ao longo do ano, podendo-se destacar apenas valores bem abaixo da média nas fases média avançada e avançada, para a fase de coleta realizada no mês de junho de 2004.

O elemento Nitrogênio (N) teve maiores valores, na sua maioria, na fase média avançada. O Fósforo (P) atingiu seus níveis mais altos na fase média avançada, na maioria das épocas amostradas.

TABELA 2 - ALGUNS PARÂMETROS QUÍMICOS DO SOLO COLETADOS NA CAMADA DE 0 A 5 CM DE PROFUNDIDADE, EM CADA UM DOS TRATAMENTOS: INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005

Data	pH		P		C		K		Ca+Mg		N			
	IA	MA	IA	MA	IA	MA	IA	MA	IA	MA	IA	MA		
13/01/04	3,8	3,4	5,7	9,5	45,0	45,0	0,24	0,15	1,30	1,30	1,30	3,20	4,00	3,80
24/02/04	4,2	3,9	7,6	9,8	38,3	37,7	36,5	0,17	0,14	1,75	1,22	1,58	2,41	2,76
15/04/04	4,2	3,5	4,0	3,6	41,4	48,6	41,4	0,21	0,17	2,00	2,07	1,71	3,00	3,70
28/06/04	4,1	3,6	3,9	5,2	48,0	46,8	34,1	0,25	0,20	1,56	0,41	0,72	4,10	3,80
16/09/04	3,8	3,4	3,6	3,9	41,4	40,2	36,5	0,26	0,16	1,67	1,29	1,44	2,73	4,21
17/12/04	3,8	3,3	3,7	4,4	49,8	45,6	43,8	0,26	0,19	1,30	1,30	1,30	3,70	3,50
05/02/05	3,7	3,7	3,4	3,5	35,3	40,2	45,0	0,20	0,15	1,30	1,40	1,30	2,20	1,70
Média	3,9	3,5	3,8	4,1	42,8	43,4	40,3	0,20	0,20	1,60	1,30	1,30	3,00	3,40

Os índices de umidade do solo, avaliados nas três fases sucessionais ao longo das épocas de coleta podem ser comparados na tabela 3. A maior média foi encontrada na fase de floresta avançada, enquanto os menores valores de umidade foram encontrados na coleta realizada no mês de junho, nas fases sucessionais inicial arbórea e média avançada. Nesta mesma época, é notável o terceiro maior nível de umidade registrado na fase sucessional avançada. Este fato explica-se pela maior cobertura vegetal encontrada nesta fase avançada da regeneração, em que a serrapilheira proporciona melhor conservação da umidade do solo. Nos meses de baixa precipitação este efeito relacionado à fase sucessional na conservação da umidade do solo fica mais claro.

Os dados coletados de granulometria forneceram os resultados constantes na tabela 4. O maior índice de areia grossa foi observado para a fase sucessional avançada. A quantidade de areia fina existente no solo das três fases sucessionais apresentou pouca variação entre as áreas. A maior quantidade de silte foi observada no solo da fase sucessional média avançada, e a maior quantidade de argila na fase inicial arbórea.

TABELA 3 - PARÂMETROS DE UMIDADE COLETADOS NA CAMADA DE 0 A 5 CM DE PROFUNDIDADE, EM CADA UM DOS TRATAMENTOS: INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV), NAS SETE ÉPOCAS DE COLETA. ANTONINA, PR - 2004/2005

Tratamentos	Umidade (média de nove repetições)		
	IA	MA	AV
Data			
13/01/04	72,7	62,0	63,0
24/02/04	68,5	75,7	77,5
15/04/04	64,4	68,3	68,9
28/06/04	53,5	57,0	76,2
16/09/04	57,6	63,9	66,4
17/12/04	64,1	79,8	76,9
05/02/05	65,6	73,7	72,3
Média	63,8	68,6	71,6

TABELA 4 - ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DE CADA UM DOS TRATAMENTOS: INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005

Tratamentos	Granulometria g/kg			
	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
IA	403,5	81,5	140,0	375,0
MA	360,5	79,0	260,5	300,0
AV	473,5	81,0	133,0	312,5

4.3 VARIAÇÃO DA MESOFAUNA

Ao total foram encontrados até 19 taxons (figura 12) nas amostras coletadas (Acari, Collembola, Isopoda, Chilopoda, Diplopoda, Pauropoda, Symphyla, Diplura, Protura, Aranae, Formicidae, Coleoptera larvas e adultos, Isoptera, Diptera larvas, Oligochaeta, Psocoptera, Thysanoptera, Pseudoescorpiones e Gastropoda). Onze principais grupos da mesofauna encontrados foram escolhidos para este estudo, sendo eles: Acari (separados em Oribatei e “demais subordens” em algumas análises), Collembola (separados em Arthropleona e Symphypleona em alguma análises), Isopoda, Chilopoda, Diplopoda, Diplura, Protura, Formicidae, Psocoptera, Thysanoptera e Pseudoescorpiones.

FIGURA 12 - FOTOS DE EXEMPLARES DE ALGUNS DOS GRUPOS DA MESOFAUNA ENCONTRADOS NAS AMOSTRAS. DA ESQUERDA PARA A DIREITA: ACARI, CHILOPODA, COLLEMBOLA E PSEUDOESCORPIONES. ANTONINA, PR - 2004/2005



A participação de cada grupo da mesofauna (X%) no total de organismos encontrados nas amostragens (100%) foi totalizada na forma de porcentagem, cujos valores em cada fase sucessional e para cada grupo encontram-se nas tabelas 5, 6 e 7.

TABELA 5 - PARTICIPAÇÃO DE CADA GRUPO DA MESOFAUNA NAS AMOSTRAS DA FASE SUCESSIONAL INICIAL ARBÓREA DE REGENERAÇÃO FLORESTAL NAS SETE ÉPOCAS DE COLETA, EM PORCENTAGEM. ANTONINA, 2004/2005

Grupos	Fase sucessional inicial arbórea							Média
	Épocas de coleta							
	13/01/04	24/02/04	15/04/04	28/06/04	16/09/04	17/12/04	05/02/05	
Oribatei	39,2%	31,2%	40,7%	50,5%	42,4%	38,6%	41,2%	40,6%
Acari	19,1%	27,6%	9,5%	15,0%	19,6%	15,8%	17,5%	17,7%
Sub total de Acari	58,3%	58,9%	50,3%	65,5%	62,0%	54,5%	58,7%	58,3%
Col. Arthropleona	16,7%	25,9%	23,4%	14,5%	21,7%	15,0%	20,3%	19,7%
Col. Symphypleona	10,3%	2,1%	15,2%	1,7%	5,2%	12,7%	5,4%	7,5%
Sub total de Collembola	27,0%	28,0%	38,6%	16,2%	27,0%	27,7%	25,8%	27,2%
Isopoda	0,5%	0,0%	0,4%	0,3%	0,5%	0,3%	0,2%	0,3%
Chilopoda	0,6%	1,6%	0,7%	0,7%	1,5%	1,0%	0,9%	1,0%
Diplopoda	0,3%	2,1%	1,1%	0,4%	0,6%	0,8%	0,9%	0,9%
Diplura	0,2%	0,5%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Protura	0,1%	0,1%	0,0%	0,4%	0,3%	0,0%	0,1%	0,1%
Formicidae	12,5%	8,2%	8,2%	15,3%	7,3%	14,8%	12,3%	11,2%
Psocoptera	0,7%	0,5%	0,1%	0,6%	0,3%	0,5%	0,4%	0,4%
Thysanoptera	0,1%	0,1%	0,6%	0,4%	0,5%	0,4%	0,7%	0,4%
Pseudoescorpiones	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

De acordo com FRANKLIN et al. (1997), em florestas secundárias e florestas inundáveis da Amazônia Central no Brasil, a mesofauna, principalmente Acari e Collembola são os mais abundantes e freqüentes grupos. Esta distribuição observada corrobora com a distribuição encontrada nas amostras deste estudo (tabelas 5, 6 e 7).

Em estudos de LEITÃO-LIMA e TEIXEIRA (2002), Acari e Collembola também foram os grupos dominantes, com uma participação de 76,6% e 14,1% respectivamente, da fauna edáfica encontrada em uma área no Pará (Brasil), de capoeira em seis anos de pousio (vegetação secundária que cresce durante o período de pousio entre dois ciclos de cultivo do solo).

TABELA 6 - PARTICIPAÇÃO DE CADA GRUPO DA MESOFAUNA NAS AMOSTRAS DA FASE SUCESSIONAL MÉDIA AVANÇADA DE REGENERAÇÃO FLORESTAL NAS SETE ÉPOCAS DE COLETA, EM PORCENTAGEM. ANTONINA, 2004/2005

Grupos	Fase sucessional média avançada							Média
	Épocas de coleta							
	13/01/04	24/02/04	15/04/04	28/06/04	16/09/04	17/12/04	05/02/05	
Oribatei	51,5%	42,4%	46,6%	63,3%	48,4%	59,3%	45,9%	51,1%
Acari	40,3%	25,4%	16,7%	11,7%	20,8%	17,9%	22,0%	22,1%
Subtotal de Acari	91,8%	67,8%	63,2%	75,0%	69,2%	77,2%	67,9%	73,2%
Col. Arthropleona	3,7%	13,3%	16,1%	11,2%	19,7%	7,7%	9,4%	11,6%
Col. Symphypleona	1,5%	2,1%	11,8%	1,9%	2,4%	8,3%	5,2%	4,7%
Subtotal Collembola	5,2%	15,4%	27,9%	13,0%	22,0%	16,0%	14,7%	16,3%
Isopoda	0,0%	0,2%	0,2%	0,3%	0,5%	0,6%	0,7%	0,3%
Chilopoda	0,0%	0,9%	0,7%	2,0%	1,9%	0,8%	1,3%	1,1%
Diplopoda	0,0%	1,0%	0,4%	0,5%	0,9%	0,6%	0,9%	0,6%
Diplura	0,0%	0,5%	0,0%	0,5%	0,1%	0,2%	0,0%	0,2%
Protura	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
Formicidae	3,0%	12,1%	6,3%	7,7%	4,8%	4,1%	11,3%	7,1%
Psocoptera	0,0%	0,4%	1,1%	0,4%	0,5%	0,4%	2,9%	0,8%
Thysanoptera	0,0%	0,6%	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%
Pseudoescorpiones	0,0%	1,0%	0,0%	0,2%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%

TABELA 7 - PARTICIPAÇÃO DE CADA GRUPO DA MESOFAUNA NAS AMOSTRAS DA FASE SUCESSIONAL AVANÇADA DE REGENERAÇÃO FLORESTAL NAS SETE ÉPOCAS DE COLETA, EM PORCENTAGEM. ANTONINA, 2004/2005

Grupos	Fase sucessional avançada							Média
	Épocas de coleta							
	13/01/04	24/02/04	15/04/04	28/06/04	16/09/04	17/12/04	05/02/05	
Oribatei	46,9%	30,9%	35,1%	47,5%	35,9%	50,8%	45,7%	41,8%
Acari	34,7%	27,9%	11,7%	13,8%	20,0%	19,4%	20,1%	21,1%
Subtotal de Acari	81,6%	59%	47%	61%	56%	70%	66%	62,9%
Col. Arthropleona	4,1%	11,0%	16,9%	16,6%	17,5%	11,2%	11,8%	12,7%
Col. Symphypleona	2,0%	8,2%	15,7%	5,2%	10,6%	8,3%	10,2%	8,6%
Subtotal de Collembola	6,1%	19%	33%	22%	28%	19%	22%	21,3%
Isopoda	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,9%	0,3%	0,8%	0,3%
Chilopoda	2,0%	0,5%	0,9%	2,4%	1,9%	1,4%	0,9%	1,4%
Diplopoda	0,0%	0,9%	0,3%	0,4%	3,6%	0,9%	2,5%	1,2%
Diplura	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
Protura	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,6%	0,1%
Formicidae	8,2%	18,0%	17,0%	10,9%	8,5%	6,9%	5,8%	10,8%
Psocoptera	2,0%	1,9%	1,4%	2,9%	0,8%	0,7%	0,0%	1,4%
Thysanoptera	0,0%	0,3%	0,9%	0,0%	0,2%	0,2%	0,3%	0,3%
Pseudoescorpiones	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,3%	0,2%

Na Amazônia Central, em área de terra firme e Latossolo, a alta dominância dos grupos Acari e Collembola em relação ao total da comunidade de invertebrados, e uma grande diversidade de espécies já foram confirmadas por FRANKLIN et al. (2001).

Conforme RAGA (2005), em solos de florestas, de pastagens e em locais de grande acúmulo de matéria orgânica, os Acari são abundantes, constituindo-se como grupo dominante da mesofauna edáfica, assim como observado nos dados coletados.

Em áreas de vegetação secundária no Espírito Santo (Brasil), no bioma da Floresta Ombrófila Densa, BOINA et al. (2004) registraram uma participação de 70,7% de Acari Oribatei na população das amostras coletadas para caracterizar a artropodofauna do solo de uma unidade de conservação, uma média superior às médias de Oribatei encontradas neste estudo, que apresentaram valores entre 40,4% e 51,05 %.

Tendo como base os dados apresentados nas tabelas 5, 6 e 7, sobre a participação de Collembola no total de grupos por amostragem, é possível observar que na fase sucessional inicial arbórea a participação de Collembola Arthropleona é maior do que nos demais tratamentos, correspondendo a uma média de 19,7% e atingindo 25,9% de participação na segunda época de coleta. Observa-se uma participação maior de outros grupos e um decaimento da participação de Collembola Arthropleona.

Conforme as tabelas 5, 6 e 7, que apresentam a participação dos grupos da mesofauna encontrados, nota-se que a participação de Chilopoda teve um pequeno e gradual aumento da fase inicial arbórea para a fase de floresta avançada.

O nível de ocorrência de cada grupo da mesofauna (Nível de Constância), obtido pela fórmula descrita por DAJOZ (1974), encontra-se na tabela 8 e a classificação destes índices de acordo com BODENHEIMER (1955), está representada esquematicamente na figura 12. É importante ressaltar que o índice de constância não considera a quantidade de organismos do grupo encontrada em cada amostra, mas sim a presença do grupo na amostra (presença de pelo menos um indivíduo do grupo), o que faz este índice diferir daquele apresentado anteriormente, referente à participação do grupo no total de grupos encontrados na amostra.

O grupo Oribatei deteve o maior índice de constância observado (tabela 8), estando presente em todas as amostras coletadas. As demais subordens de Acari, excetuando-se Oribatei, apresentaram altos índices de participação nas fases sucessionais média avançada e avançada, e o índice máximo na fase inicial arbórea. Nesse mesmo índice é possível observar baixa variação entre os índices de Collembola Arthropleona entre os três tratamentos, contrastando com os índices de Collembola Symphypleona, que foram aumentando gradualmente em direção à fase sucessional avançada.

Chilopoda decresceu seus índices de constância (tabela 8) com o avanço da sucessão florestal, sendo considerado taxa Constante nas fases inicial arbórea e média avançada, e Acessório na fase avançada.

O índice de constância de Diplopoda (figura 13) oscilou entre a classificação de taxa Constante e Acessório, apresentando valores próximos ao limite entre estas duas classificações.

O maior valor do índice de constância observado para Diplura (figura 13) ocorreu na fase sucessional média avançada, que decresceu na fase avançada e atingiu um valor inferior ao encontrado na fase inicial arbórea.

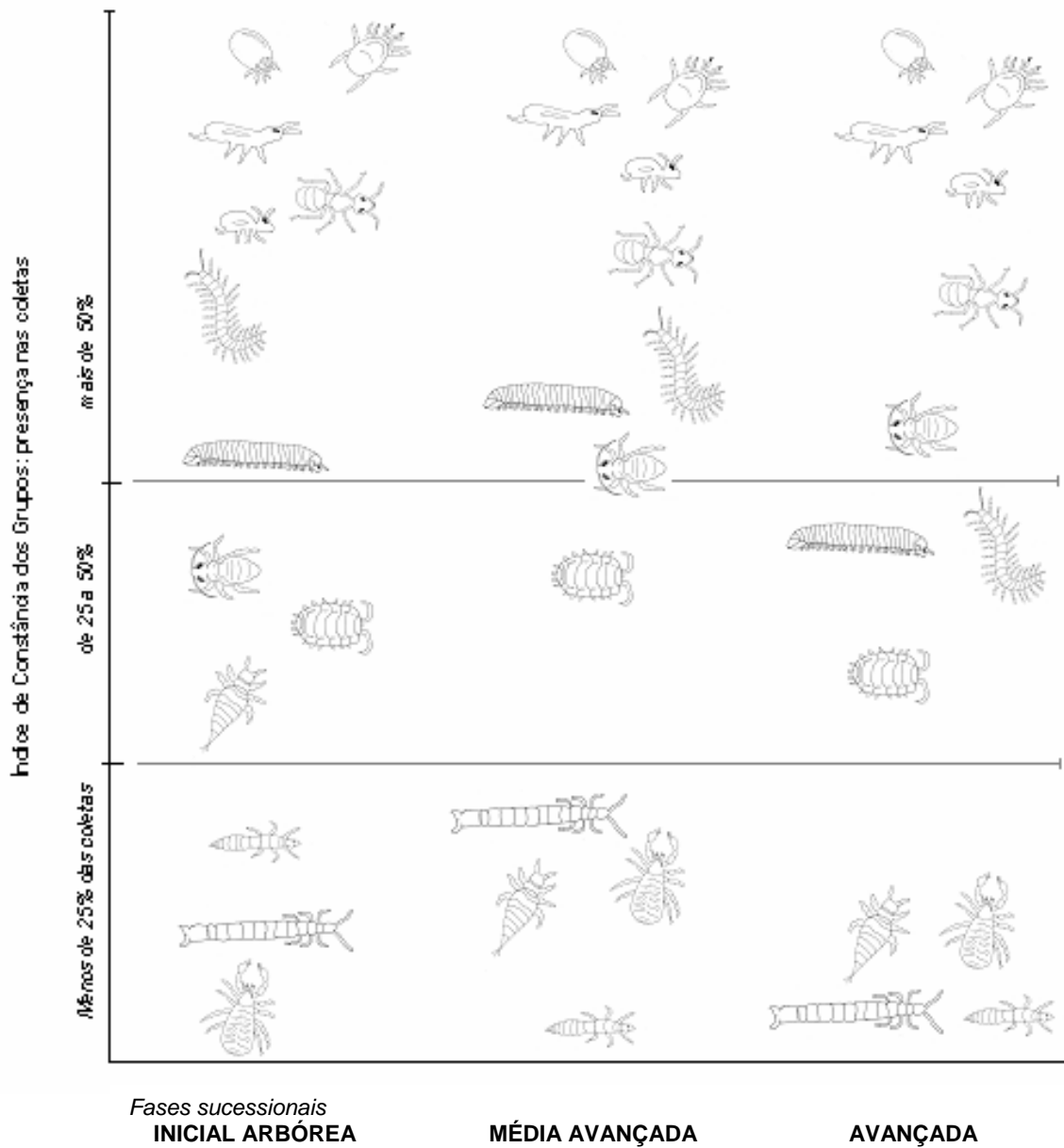
Analisando-se a participação de Psocoptera nas amostragens (tabelas 5, 6 e 7), nota-se um baixo índice de frequência e a ausência deste grupo em algumas épocas de coleta. A maior média da participação de Psocoptera nas amostragens foi observada na fase sucessional avançada (1,39%).

TABELA 8 - DISTRIBUIÇÃO DOS ÍNDICES DE CONSTÂNCIA PARA OS DIFERENTES GRUPOS DA MESOFAUNA, COLETADOS EM TRÊS FASES SUCESSIONAIS DE REGENERAÇÃO FLORESTAL: FASE INICIAL ARBÓREA (IA), MÉDIA AVANÇADA (MA) E AVANÇADA (AV). ANTONINA, PR – 2004/2005

Fases sucessionais	Grupos da Mesofauna	
	Oribatei	Acari
IA	100%	100%
MA	100%	99,47%
AV	100%	99,47%
	Collembola Arthropleona	Collembola Symphypleona
IA	98,94%	85,19%
MA	99,47%	90,48%
AV	98,41%	92,06%
	Isopoda	Chilopoda
IA	30,69%	65,61%
MA	32,80%	66,67%
AV	18,52%	44,44%
	Diplopoda	Diplura
IA	51,85%	7,41%
MA	58,73%	16,93%
AV	46,03%	5,29%
	Protura	Formicidae
IA	14,81%	87,30%
MA	4,23%	80,42%
AV	5,29%	73,02%
	Psocoptera	Thysanoptera
IA	38,10%	28,04%
MA	54,50%	11,11%
AV	50,79%	9,52%
	Pseudoescorpiones	
IA		1,59%
MA		14,81%
AV		10,05%

Constantes – presentes em mais de 50% das amostras
 Acessórios – presentes entre 25 e 50% das amostras
 Acidentais – presentes em menos de 25% das amostras

FIGURA 13 – ÍNDICE DE CONSTÂNCIA DOS TAXA ENCONTRADOS NAS FASES SUCESSIONAIS. ANTONINA, PR- 2004/2005



Legenda:

	Acari Oribatei		Formicidae		Psocoptera		Diplura
	Acari (exceto Oribatei)		Chilopoda		Isopoda		Protura
	Collembola Arthropleona		Diplopoda		Thysanoptera		Pseudoescorpiones
	Collembola Symphypleona						

A correlação entre os dados obtidos pela contagem dos organismos da mesofauna presentes nas amostras foi estabelecida utilizando-se a correlação de Spearman, apresentada na tabela 9.

Valores próximos dos extremos do intervalo (1, -1) indicam alta relação entre as variáveis e valores próximos de zero indicam baixa correlação ou até mesmo ausência de relação. De acordo com a tabela 9, quanto à correlação dos grupos da mesofauna entre si, a matriz indica baixa correlação na maioria dos pares de variáveis estudadas.

A análise fatorial é um modelo multivariado muito utilizado em situações que envolvem a identificação de variáveis (fatores) que possam explicar a correlação existente entre as variáveis originais medidas em vetor aleatório (X).

A análise fatorial tem como princípio básico a redução do número original de variáveis a um subconjunto de novas variáveis (fatores comuns) mutuamente não correlacionadas.

Na tabela 10 verifica-se que o Fator 1 pode ser interpretado como um índice de grupos da mesofauna mais abundantes. As variáveis “Collembola Arthropleona”, “Acari” e “Oribatei” são as mais representativas neste índice. O Fator 2 é dominado pelas variáveis “Protura”, “Thysanoptera”, e pode ser interpretado como um índice de organismos pouco representativos quantitativamente. Estes fatores (mais abundantes e menos abundantes) explicam-se pelas relações ecológicas mantidas entre os grupos. Na figura 14 o mapa fatorial mostra a interpretação observada na Tabela 10.

Conforme apresenta a figura 14, o fator 1 associou-se mais proximamente com os Collembola (Arthropleona e Symphypleona) e o próprio grupo de Ácaros. Os grupos faunísticos mais importantes do solo, por seu número, diversidade, abundância de espécies e atividade, são os Acari Oribatei e os Collembola. A relevância de ambos é devida principalmente a sua participação em processos como a decomposição da matéria orgânica vegetal e na reciclagem de nutrientes do solo.

Os grupos essencialmente carnívoros, pseudoescorpiones e diplura, apresentam distribuição parecida em relação aos valores 0,0 e 0,5, provavelmente devido à sua presença em menor quantidade no ambiente, como topo de cadeias alimentares da mesofauna edáfica.

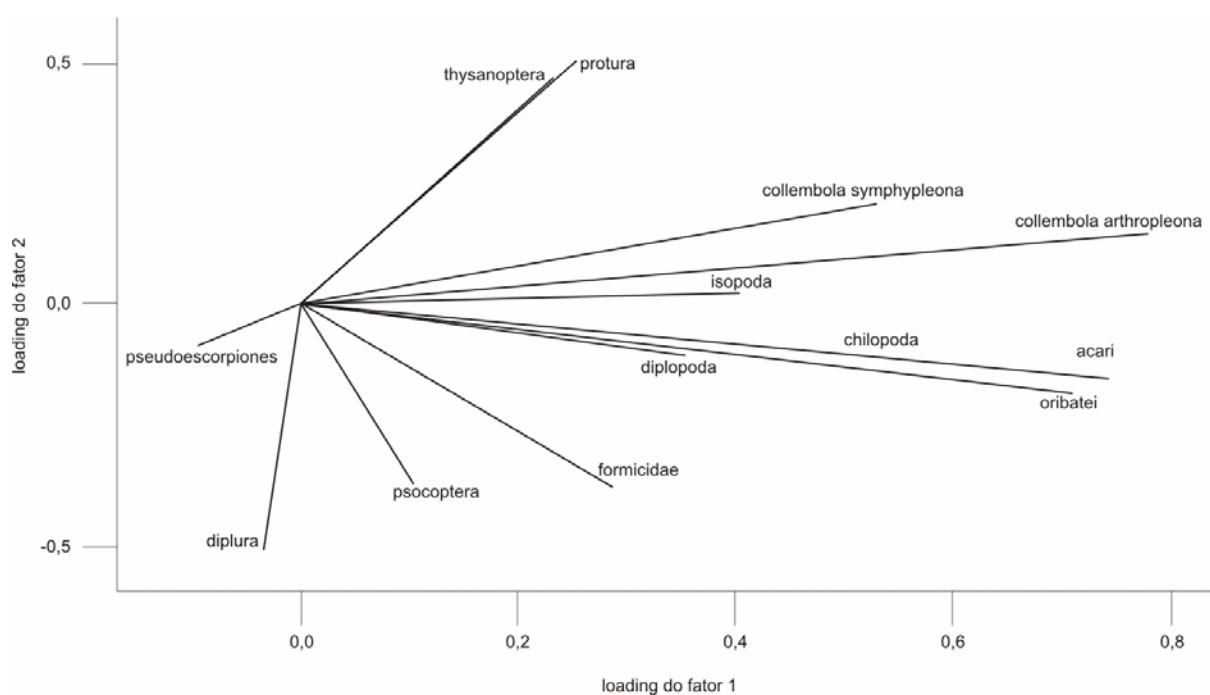
TABELA 9 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE OS GRUPOS DA MESOFAUNA SELECIONADOS PARA O ESTUDO, EM CADA UMA DAS FASES SUCESSIONAIS. ANTONINA; PR – 2004/2005

	Oribatei	Demais Acari	Arthropleona	Symphyleona	Isopoda	Chilopoda	Diplopoda	Diplura	Protura	Formicidae	Psocoptera	Thysanoptera	Pseudoescorpiones
Fase sucessional inicial arbórea													
Oribatei	1.000												
Acari	0.535	1.000											
Arthropleona	0.536	0.522	1.000										
Symphyleona	0.274	0.153	0.335	1.000									
Isopoda	0.119	0.065	0.197	0.260	1.000								
Chilopoda	0.186	0.364	0.392	0.128	0.214	1.000							
Diplopoda	0.155	0.229	0.298	-0.045	0.024	0.139	1.000						
Diplura	-0.043	-0.034	-0.152	-0.292	-0.147	-0.006	-0.057	1.000					
Protura	0.258	0.254	0.267	0.030	0.159	0.271	0.046	-0.007	1.000				
Formicidae	0.262	0.264	0.299	0.083	0.085	0.279	0.063	-0.082	0.111	1.000			
Psocoptera	0.059	0.038	0.041	-0.037	0.122	0.083	0.021	-0.106	0.241	0.043	1.000		
Thysanoptera	0.184	0.130	0.087	0.112	0.041	0.208	0.111	-0.174	0.194	0.119	0.137	1.000	
Pseudoescorpiones	-0.019	-0.054	0.075	0.028	0.111	-0.052	-0.007	-0.036	-0.053	0.105	-0.097	-0.078	1.000
Fase sucessional média avançada													
Oribatei	1.000												
Acari	0.544	1.000											
Arthropleona	0.427	0.423	1.000										
Symphyleona	0.284	0.280	0.252	1.000									
Isopoda	0.081	0.148	0.054	0.170	1.000								
Chilopoda	0.191	0.056	0.192	0.037	0.168	1.000							
Diplopoda	0.094	0.102	0.037	0.042	0.036	0.121	1.000						
Diplura	-0.043	-0.125	-0.025	-0.211	0.012	0.131	0.034	1.000					
Protura	-0.050	-0.033	0.045	-0.176	-0.039	0.142	0.110	-0.095	1.000				
Formicidae	0.107	0.117	0.186	0.008	0.148	0.095	-0.054	0.019	-0.018	1.000			
Psocoptera	0.028	0.089	-0.095	0.039	0.044	0.035	0.168	-0.048	-0.003	0.106	1.000		
Thysanoptera	0.055	0.148	0.096	0.113	0.035	-0.044	0.051	-0.026	-0.074	-0.122	-0.048	1.000	
Pseudoescorpiones	-0.148	-0.040	0.049	-0.099	-0.065	-0.074	0.009	0.047	-0.087	0.001	-0.056	0.236	1.000
Fase sucessional avançada													
Oribatei	1.000												
Acari	0.568	1.000											
Arthropleona	0.503	0.435	1.000										
Symphyleona	0.365	0.354	0.522	1.000									
Isopoda	0.138	0.196	0.262	0.346	1.000								
Chilopoda	0.377	0.322	0.351	0.264	0.173	1.000							
Diplopoda	0.314	0.267	0.259	0.237	0.260	0.241	1.000						
Diplura	-0.068	-0.032	-0.038	-0.120	-0.056	0.101	0.137	1.000					
Protura	-0.015	0.019	-0.065	-0.034	0.111	-0.132	-0.032	-0.056	1.000				
Formicidae	0.212	0.150	0.352	0.243	0.102	-0.018	0.140	-0.092	-0.201	1.000			
Psocoptera	-0.001	0.022	0.067	0.047	-0.053	0.078	-0.018	0.046	-0.103	0.197	1.000		
Thysanoptera	0.046	0.048	0.026	-0.010	0.016	0.106	0.072	0.161	-0.077	0.066	-0.050	1.000	
Pseudoescorpiones	0.123	0.097	0.040	0.019	0.162	-0.071	0.087	-0.004	-0.079	0.041	-0.195	0.238	1.000

TABELA 10 - CARGAS FATORIAIS, COMUNALIDADE, PORCENTAGEM DA VARIÂNCIA TOTAL CORRESPONDENTE A CADA FATOR. ANTONINA, PR – 2004/2005

Variável (Z _i)	F1 (l i1)	F2 (l i2)	F3 (l i3)	F4 (l i4)	F5 (l i5)	h ²
Oribatei	0,715	-0,188	-0,038	-0,052	-0,076	0,556
Acari	0,737	-0,158	0,032	0,000	0,003	0,569
Col. Arthropleona	0,780	0,144	-0,055	-0,153	-0,099	0,665
Col. Symphypleona	0,532	0,208	-0,523	0,017	0,029	0,601
Isopoda	0,403	0,021	-0,144	0,084	0,461	0,403
Chilopoda	0,535	-0,118	0,355	-0,046	0,034	0,429
Diplopoda	0,357	-0,104	-0,250	-0,222	-0,226	0,301
Diplura	-0,035	-0,509	0,437	-0,553	-0,059	0,761
Protura	0,254	0,507	0,516	0,041	-0,088	0,597
Formicidae	0,288	-0,383	0,143	0,245	0,047	0,312
Psocoptera	0,104	-0,373	0,158	0,735	0,145	0,736
Thysanoptera	0,240	0,476	0,424	0,036	0,256	0,531
Pseudoescorpiones	-0,097	-0,086	-0,077	-0,326	0,808	0,782
% Var	21,1	9,1	9,0	8,5	8,0	55,7

FIGURA 14 - GRÁFICO DE DISPERSÃO DA ANÁLISE DE FATORES ENVOLVENDO OS 15 GRUPOS DA MESOFAUNA. ANTONINA, PR – 2004/2005



Os Pseudoescorpiones são importantes predadores no ecossistema edáfico, responsáveis pela regulação das populações de pequenos artrópodos do solo, tais como Collembola, Psocoptera, besouros e suas larvas, Acari e formigas.

Isopoda, consumidores ou vegetal em decomposição, e Diplopoda, que também se alimentam predominantemente de material vegetal morto, apresentaram uma distribuição próxima no gráfico em relação ao primeiro fator.

Protura e Thysanoptera apresentaram distribuição semelhante, por serem insetos dotados com peças bucais adaptadas para sucção e fitófagos, ocupando assim o mesmo padrão de distribuição.

Formicidae encontrados nesta camada do solo são geralmente herbívoras, assim como os Psocoptera, que também apresenta distribuição próxima à Formicidae conforme o gráfico.

4.3.1 Flutuação Populacional da Mesofauna

Para cada grupo, obteve-se a densidade populacional, ou seja, o tamanho da população em relação a uma unidade de espaço, geralmente expressa como o número de indivíduos por unidade de área ou de volume, conforme ODUM (1988). A área coletada equivalente ao cilindro metálico é de 50,2 cm². Transformando-se este valor para m², obteve-se o valor da densidade populacional representada para cada grupos da mesofauna dos itens A a O desta seção.

Além de funcionar como uma medida-espelho para a área total, a densidade populacional indica a capacidade do meio ambiente em suportar a população particular sob estudo. Como em geral os indivíduos são mais numerosos onde os recursos são mais abundantes, a avaliação da densidade populacional provê informações sobre as relações da população com o meio ambiente, e mudanças na densidade refletem mudanças nas condições locais. Neste aspecto, a densidade proporciona uma base melhor para comparar as relações ecológicas entre duas populações do que seus tamanhos totais em dados brutos (RICKLEFS, 1996).

De acordo com ODUM (1988), uma população muitas vezes interfere no crescimento ou na taxa de mortalidade de outras populações. Assim, os membros de uma população podem alimentar-se de membros de outra população, competir por recursos alimentares, excretar dejetos nocivos ou interferir de alguma outra maneira

com a outra população. Da mesma maneira, as populações podem apoiar uma à outra, interagindo unidirecional ou reciprocamente.

Buscando evidenciar tais alterações nas populações encontradas nas áreas amostrais, a seguir são apresentadas as variações na densidade populacional dos grupos da mesofauna observados.

a. Oribatei

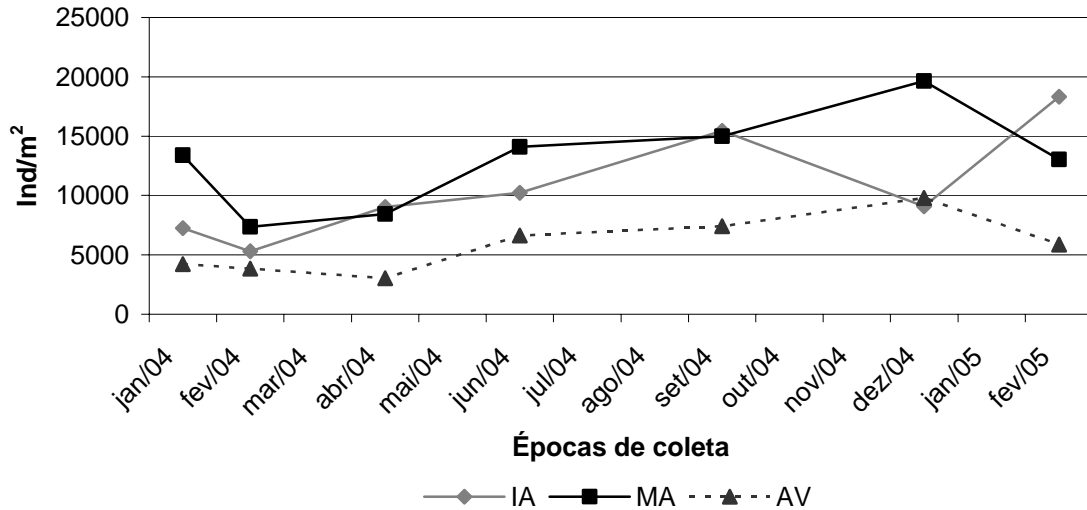
A população de Acari Oribatei (figura 15) manteve maior constância na fase avançada, provavelmente devido ao fato de este ambiente se caracterizar por um ecossistema florestal mais equilibrado e estável, proporcionando assim condições de umidade e recursos alimentares constantes o ano todo.

O maior pico populacional observado ocorreu entre os meses de dezembro a janeiro, na fase sucessional média-avançada, contrastando no mesmo período com a fase inicial-arbórea que apresentou queda na densidade populacional. Esta queda pode estar relacionada com a maior exposição do solo aos raios solares nesta época, diminuindo a umidade das camadas superficiais e disponibilidade de fungos, visto que na fase inicial-arbórea as copas das árvores não fecham o dossel e permitem ampla penetração da luz solar, diferente do que se observa nas demais fases sucessionais.

Entre os demais grupos de mesofauna encontrados, Oribatei foi encontrado em maior densidade populacional nos solos das três fases sucessionais, fato também observado por SINGH e PILLAI (1975), que afirmam que os Oribatei são dominantes em solos com alto teor de matéria orgânica, principalmente em solos de florestas naturais (FUJIKAWA, 1970). Isso confirma esta subordem de ácaros como uma das mais representativas de toda a fauna edáfica, como também registrado por KRANTZ (1978), OLIVEIRA (1999) e DUCATTI (2002).

A tabela 10 indica os valores médios da densidade populacional encontrada ao longo do período de estudo, nas três fases sucessionais, em que é possível observar que a maior média final das sete épocas de coleta foi observada na fase sucessional média avançada.

FIGURA 15 - FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE ORIBATEI (ACARI), NA CAMADA DE 0 A 5 CM, MÉDIA DE 27 AMOSTRAS, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M², NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005



Comparando-se as médias das fases sucessionais inicial arbórea e média avançada observam-se diferenças estatisticamente significativas entre os três tratamentos apenas em duas épocas (época 1 e 4).

TABELA 11 - TOTAL DE ORIBATEI (ACARI), COLETADOS NAS 27 SUBPARCELAS, NA CAMADA DE 0 A 5 CM. MÉDIA DE 27 REPETIÇÕES, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M², NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO (ME) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005

Fases Sucessionais	Oribatei							Média
	Épocas de coleta							
	1	2	3	4	5	6	7	
IA	7258 a	5291 a	9027 a	10221 a	15453 a	9086 a	18305 a	10663
MA	13397 b	7369 a	8445 a	14097 b	14981 a	19646 b	13051 a	12998
AV	4208 c	3832 b	3021 b	6625 c	7413 b	9801 a	5873 b	5824,7

Médias de mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Entre a fase sucessionais inicial arbórea e a fase avançada não houve diferença estatisticamente significativa na última época de coleta.

Os Oribatei são muito abundantes, têm uma riqueza de espécies nos solos de diferentes tipos de florestas e participam em todos os estágios de decomposição do material orgânico (HÅGVAR e KJØNDAL, 1981). Dentre os Acari, RAGA (2005)

destaca os ácaros da subordem Oribatida (ou Cryptostigmata), como organismos que promovem a aceleração da reciclagem de nutrientes realizadas por bactérias e fungos decompositores. Além disso, a qualidade de liteira exerce influência na sua comunidade (HENAGHAN et al., 1999).

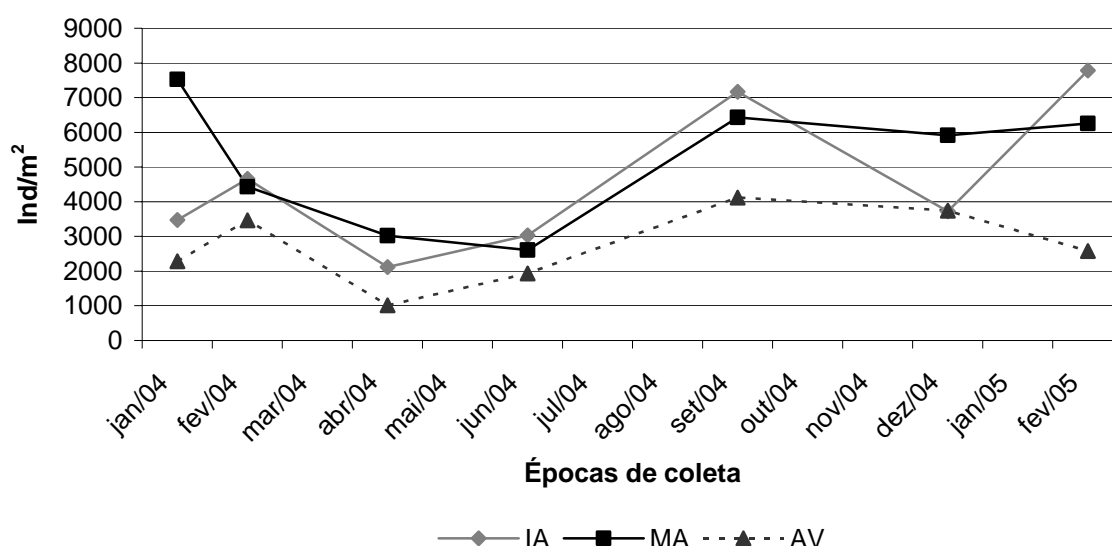
Resultados encontrados por COLEMAN e CROSSLEY (1996) e também de acordo com DUCATTI (2002) coincidem com o padrão observado quanto à densidade de Oribatei, que apresenta picos no início da primavera, continuados no verão, e chegam até o meio do outono.

As menores densidades foram observadas no período do inverno, fato também observado por KRANTZ (1978), no Tennessee.

b. Outros ácaros (Acari exceto Oribatei)

A figura 16 representa a flutuação populacional de Acari (Arachnida), com exceção dos ácaros Oribatei.

FIGURA 16 - FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE ACARI (ARACHNIDA) EXCETO ORIBATEI, NA CAMADA DE 0 A 5 CM, MÉDIA DE 27 AMOSTRAS, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M², NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO (ME) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005



Observam-se picos populacionais das demais subordens de Acari nas três fases sucessionais entre os meses de setembro e outubro, dois meses após o período chuvoso ocorrido entre julho e agosto (figura 11). Estes picos podem estar

relacionados com a maior disponibilidade de alimento para outros integrantes da mesofauna, possíveis presas dos ácaros predadores. A maior incidência da precipitação, aumenta a conservação da umidade do solo, fato que conforme SAUTTER (2001) proporciona elevação das populações e atividade de bactérias, sendo que, segundo LAVELLE e SPAIN (2001), a maioria dos grupos taxonômicos de Acari alimenta-se de bactérias, fungos e algas, e por conseguinte, os grupos predadores alimentam-se dos demais grupos herbívoros ou micófagos. É possível que no decorrer dos meses de agosto e setembro este fenômeno tenha se intensificado.

Alguns picos populacionais de Acari exceto Oribatei ocorridos nas três fases sucessionais na quinta época de coleta coincidem com os picos populacionais observados em Collembola Arthropleona (figura 17), demonstrando assim a relação presa-predador destes ácaros, que se alimentam de pequenos invertebrados como Collembola (LAVELLE e SPAIN, 2001).

Na tabela 12 verifica-se a densidade média de Acari, excluindo-se a subordem Oribatei, observados nas sete épocas de coleta em cada uma das fases sucessionais.

TABELA 12 - TOTAL DE ACARI (EXCETO ORIBATEI), COLETADOS NAS 27 SUBPARCELAS, NA CAMADA DE 0 A 5 CM. MÉDIA DE 27 REPETIÇÕES, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M², NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO (ME) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005

Fases Sucessionais	Acari (exceto Oribatei)							Média
	Épocas de coleta							
	1	2	3	4	5	6	7	
IA	3471 a	4657 a	2115 a	3029 a	7163 a	3721 a	7782 a	4562,6
MA	7524 b	4429 a	3021 a	2609 ab	6426 a	5917 b	6256 a	5168,9
AV	2284 a	3463 a	1010 b	1931 b	4119 b	3743 a	2579 b	2732,7

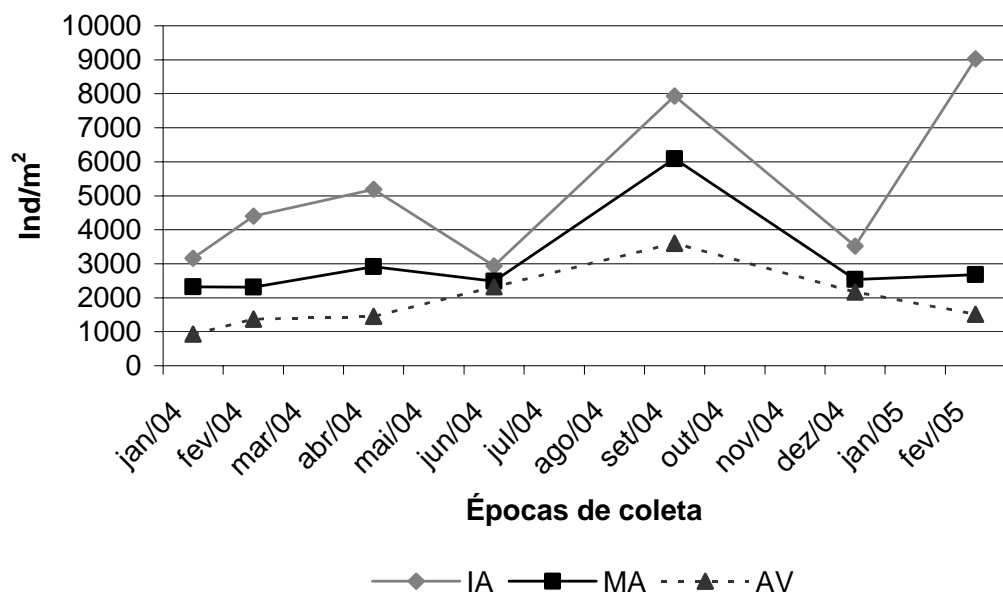
Médias de mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre a fase sucessional inicial arbórea e a fase média avançada na segunda, terceira, quinta e sétima época de coleta. Em apenas uma das épocas, a segunda, não foi encontrada diferença significativa entre as três fases sucessionais.

d. Collembola Arthropleona

A figura 17 mostra a flutuação da população de Collembola (Insecta) nos tratamentos.

FIGURA 17 - FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE COLLEMBOLA ARTRHOPLENONA (INSECTA), NA CAMADA DE 0 A 5 CM, MÉDIA DE 27 AMOSTRAS, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M², NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005



As menores densidades populacionais foram observadas na fase avançada, distribuição atribuída a uma área de maior estabilidade ambiental, cuja biodiversidade de vegetais típica de ambientes sucessionais mais avançados (RICKLEFS, 1996) proporciona recursos alimentares constantes e diversificados ao longo do ano e recursos alimentares diversificados, criando espaço para nichos ecológicos cada vez mais especializados, e conseqüentemente maior diversidade de fauna.

Os picos populacionais de Collembola Arthropleona nas três fases sucessionais coincidem quanto à época (entre setembro e outubro), e podem estar relacionados à proliferação de organismos do solo de uma maneira geral após o intenso período chuvoso ocorrido entre julho e agosto, que pode ter proporcionado

condições propícias de umidade para o desenvolvimento de fungos, recurso alimentar para os Arthropleona (CANHOS, 1998).

Especificamente o pico populacional observado na fase inicial arbórea, pode estar relacionado à maior cobertura do solo por serrapilheira nos meses de inverno, conforme observado nesta área. Esta maior deposição de folhas neste período promove aumento da disponibilidade de material vegetal em decomposição no período posterior à deposição, sendo este material uma das principais fontes alimentares de Collembola (LAVELLE e SPAIN, 2001).

Outro pico populacional ocorre na última época de coleta e na fase inicial-arbórea atingindo a maior densidade observada para Collembola Arthropleona (9.000 indivíduos/m²).

A densidade populacional média de Collembola Arthropleona está representada na tabela 13, em que se observa diferença estatística entre as fases sucessionais inicial arbórea e média avançada em três das sete épocas de coleta.

Entre as fases inicial arbórea e avançada houve diferenças estatísticas em seis épocas de coleta.

Nas épocas quatro e seis foram observadas semelhanças estatísticas entre as fases sucessionais média avançada e avançada. Na época quatro, realizada no período de inverno, as três fases sucessionais foram estatisticamente semelhantes entre si.

TABELA 13 - TOTAL DE COLLEMBOLA ARTHROPLEONA (INSECTA) COLETADOS NAS 27 SUBPARCELAS, NA CAMADA DE 0 A 5 CM. MÉDIA DE 27 REPETIÇÕES, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M², NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005

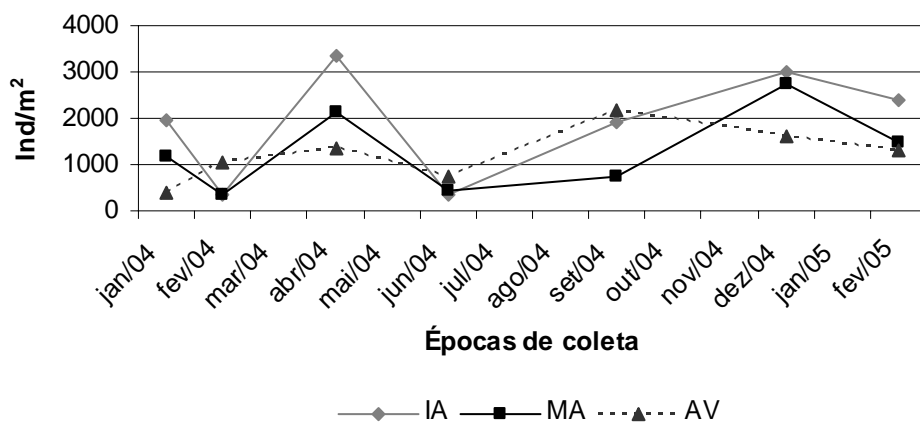
Collembola Arthropleona								
Épocas de coleta								
Fases Sucessionais	1	2	3	4	5	6	7	Média
IA	3161 a	4399 a	5188 a	2933 a	7929 a	3522 a	9027 a	5165,6
MA	2321 a	2314 b	2918 b	2483 a	6087 a	2542 ab	2682 b	3049,6
AV	936 b	1371 c	1452 c	2321 a	3603 b	2167 b	1518 c	1909,7

Médias de mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

e. Collembola Symphypleona

O maior pico populacional registrado para Collembola Symphypleona foi na fase sucessional inicial arbórea (figura 18) com uma densidade acima de 3000 indivíduos/m², densidade superior ao pico populacional registrado por DUARTE (2004) para Fragmentos florestais de Floresta Ombrófila Mista (remanescentes florestais pouco alterados), no estado brasileiro do Rio Grande do Sul (1500 indivíduos/m²). Este autor concluiu que as densidades obtidas podem ser consideradas de médias a altas quando comparadas com os estudos de ecossistemas florestais do mundo.

FIGURA 18 - FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE COLLEMBOLA SYMPHYPLEONA (INSECTA), NA CAMADA DE 0 A 5 CM, MÉDIA DE 27 AMOSTRAS, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M², NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005



Conforme a tabela 14, que apresenta as densidades populacionais médias de Collembola Symphypleona observados nas amostras coletadas ao longo das sete épocas é possível observar a semelhança estatística entre as três fases sucessionais na época quatro e sete.

Em apenas duas épocas não se observou diferença estatisticamente significativa entre as fases sucessionais inicial arbórea e média avançada.

Diferenças estatisticamente significativas entre as fases média avançada e avançada foram encontradas na primeira, segunda e na quinta época de coleta.

TABELA 14 - TOTAL DE COLLEMBOLA SYMPHYPLEONA (INSECTA) COLETADOS NAS 27 SUBPARCELAS, NA CAMADA DE 0 A 5 CM. MÉDIA DE 27 REPETIÇÕES, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M², NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005

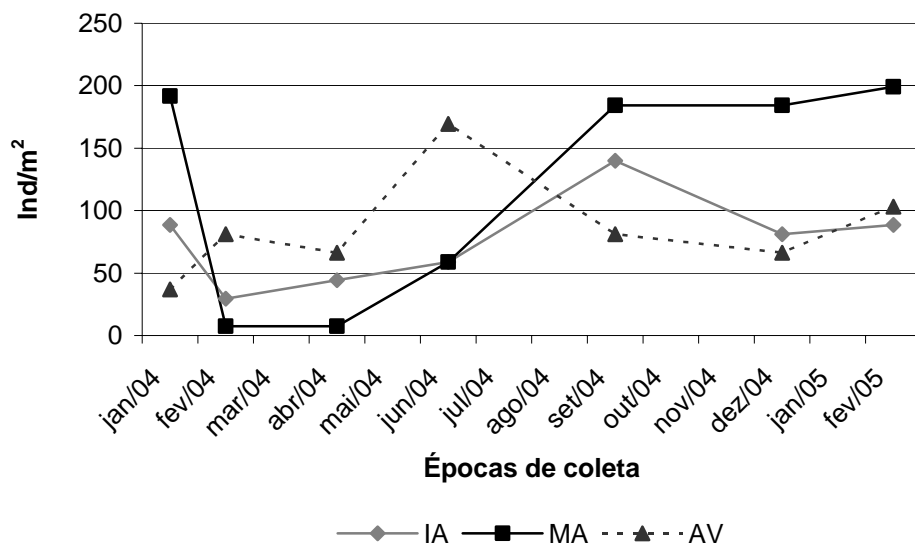
Collembola Symphypleona								
Fases	Épocas de coleta							
Sucessionais	1	2	3	4	5	6	7	Média
IA	1938 a	361 a	3360 a	354 a	1909 a	2992 a	2410 a	1903,4
MA	1172 a	361 a	2137b	420 a	730 b	2749 ab	1481 a	1292,9
AV	413 b	1024 b	1349 b	730 a	2189 a	1599 b	1312 a	1230,9

Médias de mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

g. Isopoda

A figura 19 representa a flutuação populacional de Isopoda (Crustacea) e na tabela 15 constam os índices de densidades populacionais médias deste grupo ao longo das épocas de coleta nos três tratamentos.

FIGURA 19 - FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE ISOPODA (CRUSTACEA), NA CAMADA DE 0 A 5 CM, MÉDIA DE 27 AMOSTRAS, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M², NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005



O pico populacional de Isopoda, organismos saprofágicos, observado no início da primavera na fase inicial arbórea, pode estar relacionado com a maior quantidade de folhas em decomposição sobre o solo, tendo em vista que na primavera a deposição de folhas do jacatirão, espécie vegetal predominante nesta fase sucessional, conforme dados de DICKOW (não publicado). Esta distribuição de Isopoda na fase de maior decomposição da serrapilheira acumulada dos meses de inverno concorda com SUTTON (1972) que constatou que os Isopoda alimentam-se primariamente de material vegetal morto.

Na fase avançada a menor densidade populacional de Isopoda registrada corresponde à primeira época de coleta. Observando-se a figura 22, que indica a flutuação populacional de Diplura, um predador de Isopoda (DINDAL, 1990), é possível perceber que nesta mesma época foi registrada a maior densidade de Diplura no experimento, podendo assim demonstrar a relação entre estes dois grupos funcionais no ambiente.

TABELA 15 - TOTAL DE ISOPODA (CRUSTACEA), COLETADOS NAS 27 SUBPARCELAS, NA CAMADA DE 0 A 5 CM. MÉDIA DE 27 REPETIÇÕES, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M², NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005

Fases Sucessionais	Isopoda							Média
	Épocas de coleta							
	1	2	3	4	5	6	7	
IA	88 a	29 a	44 a	59 a	140 a	81 a	88 a	75,6
MA	192 a	7 a	7 ab	59 a	184 a	184 a	199 a	118,9
AV	37 a	81 a	66 a	169 b	81 a	66 a	103 a	86,1

Médias de mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Conforme a tabela acima, nota-se que não houve diferenças estatisticamente significativas na maioria das épocas de coleta entre os ambientes estudados.

h. Chilopoda

De acordo com a figura 20, que apresenta a flutuação populacional de Chilopoda no período de coletas, as maiores densidades, nas três fases sucessionais, foram observadas no início da primavera, época em que também foram registrados picos populacionais de Oribatei e Collembola Arthropleona –

ambos microfitófagos. Estes picos podem estar ligados à relação presa-predador entre Oribatei e Collembola com Chilopoda. O que corrobora com a descrição de COLEMAN e CROSSLEY (1996) sobre o hábito alimentar de Chilopoda, descritos como carnívoros, quase exclusivamente predadores, embora ocasionalmente possam se alimentar de material vegetal em decomposição.

De acordo com a tabela 16 que relaciona a quantidade de indivíduos por área em cada tratamento, a fase média avançada apresentou o maior índice na média das sete épocas de coleta, equivalente a 298 indivíduos/m².

FIGURA 20 - FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE CHILOPODA, NA CAMADA DE 0 A 5 CM, MÉDIA DE 27 AMOSTRAS, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M², NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005

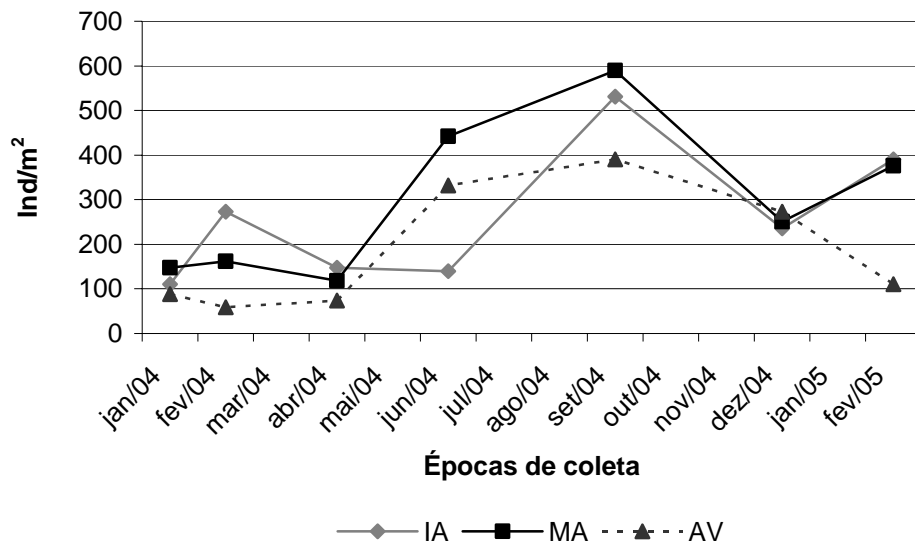


TABELA 16 - TOTAL DE CHILOPODA, COLETADOS NAS 27 SUBPARCELAS, NA CAMADA DE 0 A 5 CM. MÉDIA DE 27 REPETIÇÕES, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M², NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005

Fases Sucessionais	Chilopoda							Média
	Épocas de coleta							
	1	2	3	4	5	6	7	
IA	111 a	273 a	147 a	140 a	531 a	236 a	391 a	261,3
MA	147 a	162 a	118 a	442 b	590 a	251 a	376 a	298,0
AV	88 a	59 b	74 a	332 a	391 a	273 a	111 b	189,7

Médias de mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As médias das densidades populacionais expressas na tabela 16 indicam que não houve diferenças estatisticamente significativas entre as três fases sucessionais na primeira, terceira, quinta e sexta coleta.

Com exceção da quarta época de coleta, as demais épocas mantiveram médias estatisticamente similares entre a fase sucessional inicial arbórea e a fase média avançada.

Observam-se apenas na segunda e sétima coleta diferenças estatisticamente significativas entre as densidades populacionais médias de Chilopoda encontradas na fase inicial arbórea e na fase avançada. Nestas mesmas duas épocas também se registraram diferenças estatisticamente significativas entre as fases média avançada e avançada.

i. Diplopoda

A figura 21 mostra a flutuação populacional dos indivíduos da Classe Diplopoda.

MERLIM (2005) analisando a densidade de Diplopoda em sete fragmentos de Floresta com Araucárias, no Estado brasileiro de São Paulo, observou maior número de indivíduos no período de seca (inverno). As menores densidades simultâneas nas três áreas de estudo foram observadas no período entre os meses de junho e julho, época da menor precipitação do ano (figura 11). Fato também registrado por GONZÁLES (1984), que afirma que a abundância de diplópodos está diretamente relacionada com a incidência de chuvas. Após as chuvas concentradas entre julho e agosto e com o aumento gradual da precipitação nos meses seguintes é possível notar maiores densidades populacionais de Diplopoda e picos populacionais, principalmente na fase avançada, na quinta época de coleta, em que se observa diferença estatisticamente significativa desta fase sucessional em relação à fase inicial arbórea e à média avançada (tabela 17).

Conforme EKSCHMITT et al. (1997), a densidade de diplópodos é normalmente maior em solos argilosos, onde a cobertura vegetal e a alta umidade asseguram maior suprimento e alimento. Esta observação coincide com os dados obtidos nos solos da fase inicial arbórea, que apresenta os maiores teores de argila (tabela 4) e a maior densidade populacional média (tabela 17).

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os três tratamentos na primeira, quarta, sexta e sétima época de coleta.

FIGURA 21 - FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE DIPLOPODA, NA CAMADA DE 0 A 5 CM, MÉDIA DE 27 AMOSTRAS, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M², NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005

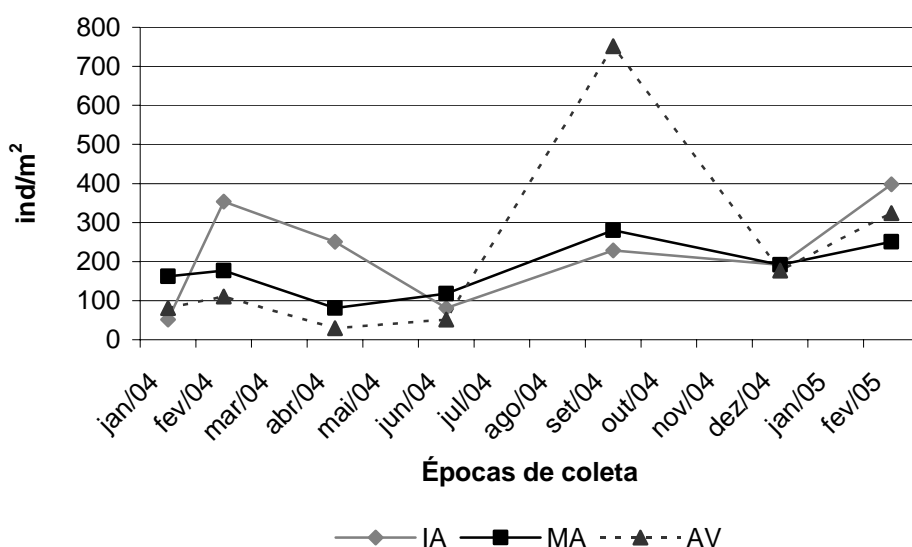


TABELA 17 - TOTAL DE DIPLOPODA (INSECTA), COLETADOS NAS 27 SUBPARCELAS, NA CAMADA DE 0 A 5 CM. MÉDIA DE 27 REPETIÇÕES, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M², NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005

Fases Sucessionais	Diplopoda							Média
	Épocas de coleta							
	1	2	3	4	5	6	7	
IA	52 a	354 a	251 a	81 a	228 a	192 a	398 a	222,3
MA	162 b	177 b	81 b	118 a	280 a	192 a	251 a	180,1
AV	81 ab	111 b	29 b	52 a	752 b	177 a	324 a	218

Médias de mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Apenas na quinta época de coleta registrou-se diferença estatisticamente significativa entre as fases sucessionais média avançada e avançada.

j. Diplura

A figura 22 mostra a flutuação populacional de Diplura (Insecta) e a tabela 18 expressa as médias das densidades populacionais registradas nas três fases sucessionais estudadas.

É possível observar que na fase sucessional média avançada, a maioria das épocas de coleta apresentou maior densidade populacional de Diplura, comparando-se com as demais fases de regeneração.

Comparando-se a soma das densidades populacionais de cada fase sucessional ao longo das sete épocas, obtém-se 169,5 indivíduos/m² na fase inicial avançada, 302,1 indivíduos/m² na fase média avançada e 81,1 indivíduos/m² na fase avançada. Este fato se explica pela característica da fase sucessional média avançada de apresentar uma composição florestal em desenvolvimento, que passa a incluir índices naturalmente mais elevados de senilidade e/ou mortalidade e portanto possui maior número de troncos de árvores em avançado estado de decomposição. Segundo PALACIOS-VARGAS (1991), os Diplura são encontrados em locais úmidos, sob cascas de árvores, pedras e madeira em decomposição.

FIGURA 22- FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE DIPLURA (INSECTA), NA CAMADA DE 0 A 5 CM, MÉDIA DE 27 AMOSTRAS, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M², NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005

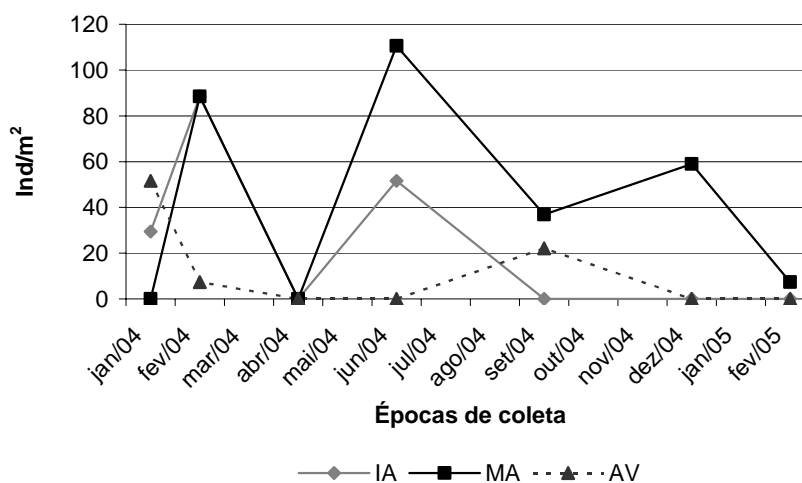


TABELA 18 - TOTAL DE DIPLURA (INSECTA), COLETADOS NAS 27 SUBPARCELAS, NA CAMADA DE 0 A 5 CM. MÉDIA DE 27 REPETIÇÕES, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M², NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005

Fases	Diplura							Média
	Épocas de coleta							
Sucessionais	1	2	3	4	5	6	7	
IA	29 ab	88 ab	0 a	52 ab	0 a	0 a	0 a	24,1
MA	0 b	88 b	0 a	111 a	37 a	59 b	7 a	43,1
AV	52 a	7 a	0 a	0 b	22 a	0 a	0 a	11,6

Médias de mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Nas épocas de coleta 3 e 7 as médias de densidade populacional apresentaram valores próximos a zero. Na maioria das épocas, os tratamentos inicial arbóreo e médio avançado apresentaram semelhanças estatísticas, fato também observado entre as médias dos tratamentos inicial arbóreo e avançado.

k. Protura

A figura 23 mostra a flutuação populacional de Protura (Insecta), em que se pode observar a ausência de indivíduos deste grupo nas amostras realizadas na terceira e sexta épocas de coleta nas três fases sucessionais. Proturas também não foram encontrados em amostras da fase média avançada e avançada nas épocas 1, 2, 3, 5 e 6. Destaca-se assim a sua maior densidade populacional na fase inicial arbórea, que apresentou também o maior de valor do índice de Constância (tabela 8).

Apesar de haver pequenas diferenças da população de Protura entre as três fases sucessionais e casos de ausência destes organismos em várias coletas, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas das médias das amostras na maioria das épocas de coleta, conforme o teste de comparação de médias aplicado. A densidade populacional de Protura variou entre as fases sucessionais, porém, para o teste estatístico utilizado, isso não foi significativo.

FIGURA 23 - FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE PROTURA (INSECTA), NA CAMADA DE 0 A 5 CM, MÉDIA DE 27 AMOSTRAS, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M², NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005

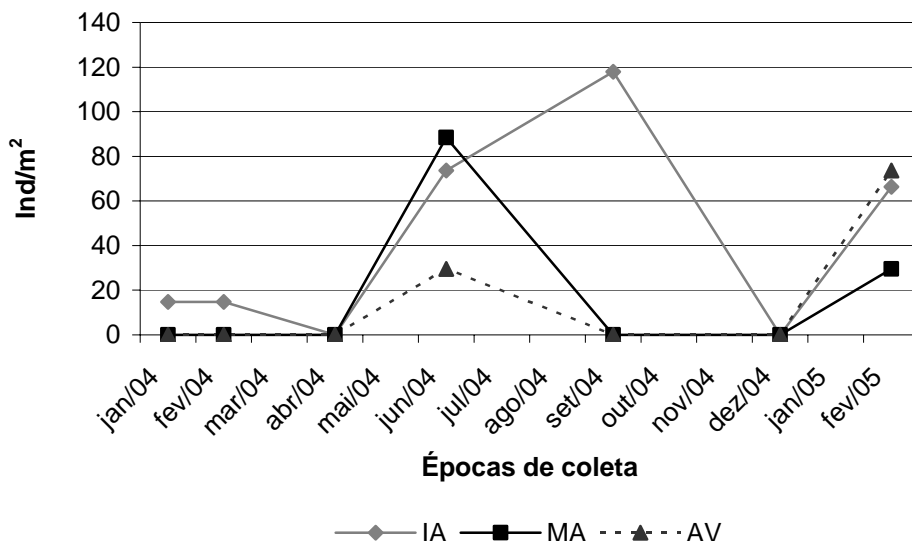


TABELA 19 - TOTAL DE PROTURA (INSECTA), COLETADOS NAS 27 SUBPARCELAS, NA CAMADA DE 0 A 5 CM. MÉDIA DE 27 REPETIÇÕES, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M², NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005

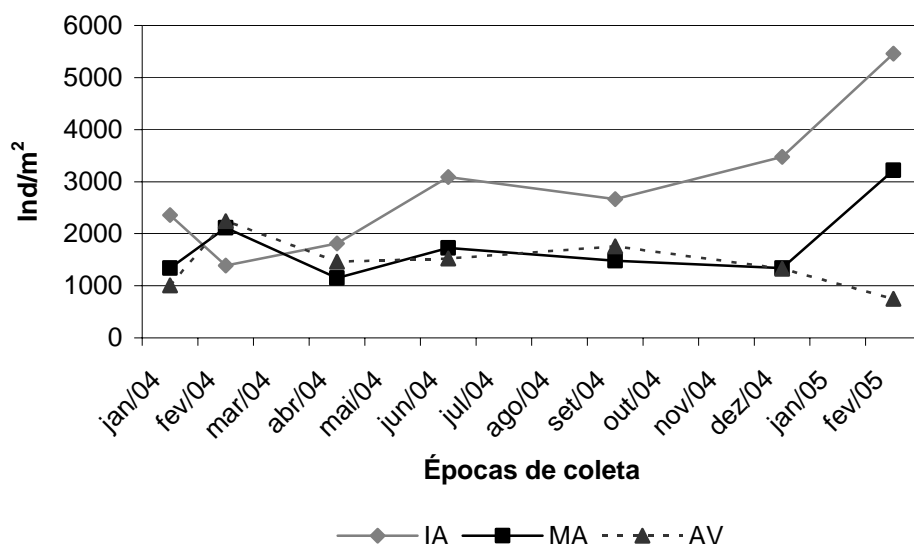
Fases Sucessionais	Protura							Média
	Épocas de coleta							
	1	2	3	4	5	6	7	
IA	15 a	15 a	0 a	74 a	118 a	0 a	66 a	41,1
MA	0 a	0 a	0 a	88 a	0 b	0 a	29 a	16,7
AV	0 a	0 a	0 a	29 a	0 b	0 a	74 a	14,7

Médias de mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

I. Formicidae

As densidades populacionais de Formicidae observadas neste estudo, representadas na figura 24 (ver médias na tabela 20), são superiores às observadas por MERLIM (2005), que registrou uma média de 756 indivíduos/m² em um fragmento de Floresta com Araucárias.

FIGURA 24 - FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE FORMICIDAE (INSECTA), NA CAMADA DE 0 A 5 CM, MÉDIA DE 27 AMOSTRAS, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M², NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005



Verificam-se variações na densidade de Formicidae e, segundo WALLWORK (1970), flutuações extremas no tamanho das populações são certamente incomuns para insetos sociais como as formigas, porém como elas possuem uma alta capacidade de deslocamento entre diferentes áreas, é possível que se encontrem picos populacionais em épocas diferentes, dentre as fases sucessionais, devido ao deslocamento de uma área para outra, dentro do experimento, à procura de melhores condições ambientais e maior disponibilidade de alimento.

TABELA 20 - TOTAL DE FORMICIDAE (INSECTA), COLETADOS NAS 27 SUBPARCELAS, NA CAMADA DE 0 A 5 CM. MÉDIA DE 27 REPETIÇÕES, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M², NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005

Fases Sucessionais	Formicidae							Média
	Épocas de coleta							
	1	2	3	4	5	6	7	
IA	2358 a	1385 a	1813 a	3088 a	2668 a	3478 a	5460 a	2892,9
MA	1341 a	2115 a	1150 a	1724 b	1481 b	1341 b	3220 b	1767,4
AV	1010 a	2240 a	1459 a	1525 b	1754 b	1326 b	752 c	1438

Médias de mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

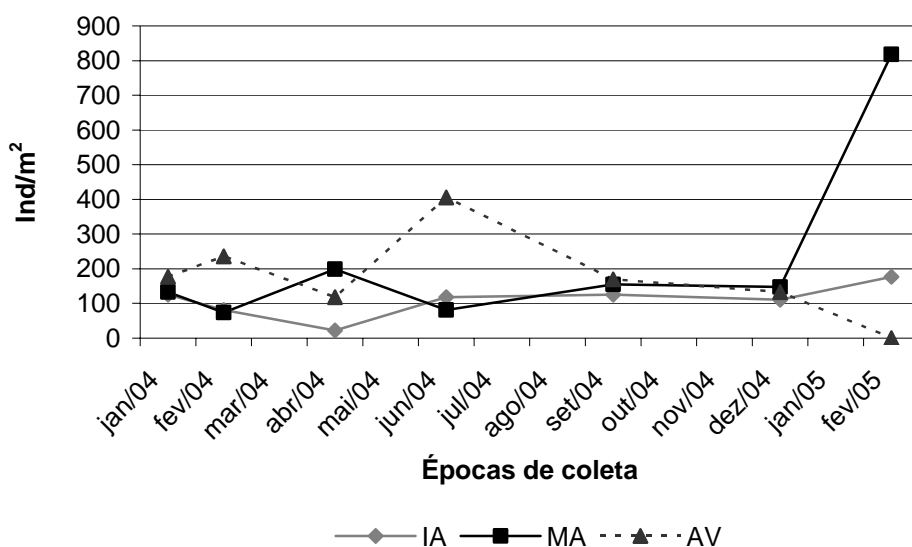
Contudo, diferenças estatisticamente significativas entre as fases inicial arbórea e média avançada foram observadas nas épocas 4, 5, 6 e 7.

Apenas na última fase de coleta encontrou-se diferença estatisticamente significativa entre as médias da densidade populacional das três fases sucessionais.

m. Psocoptera

A figura 25 ilustra a flutuação populacional de Psocoptera (Insecta). É possível notar que a população de Psocoptera restringiu-se a baixas densidades, com raros picos populacionais, sendo os mais altos, observados na fase sucessional avançada durante a quarta época de coleta, e na fase média avançada na última época de coleta.

FIGURA 25 - FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE PSOCOPTERA (INSECTA), NA CAMADA DE 0 A 5 CM, MÉDIA DE 27 AMOSTRAS, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M², NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005



De acordo com os dados da tabela 21 não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas entre as médias dos três tratamentos na primeira, quinta e sexta época de coleta.

Em apenas duas épocas de coleta (épocas 3 e 7) a diferença entre as fases sucessionais inicial arbórea e média avançada foram consideradas estatisticamente

significativas. Diferenças estatisticamente significativas entre os três tratamentos foram observadas apenas na última época de coleta.

TABELA 21 - TOTAL DE PSOCOPTERA (INSECTA), COLETADOS NAS 27 SUBPARCELAS, NA CAMADA DE 0 A 5 CM. MÉDIA DE 27 REPETIÇÕES, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M², NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005

Fases	Psocoptera							Média
	Épocas de coleta							
Sucessionais	1	2	3	4	5	6	7	
IA	125 a	81 a	22 a	118 a	125 a	111 a	177 a	108,4
MA	133 a	74 a	199 b	81 a	155 a	147 a	818 b	229,6
AV	177 a	236 b	118 b	405 b	169 a	133 a	0 c	176,9

Médias de mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

n. Thysanoptera

A figura 26 mostra a flutuação populacional de Thysanoptera (Insecta), na qual pode-se observar populações maiores no estágio sucessional inicial arbóreo, resultando assim na maior média da densidade populacional de Thysanoptera, com valor correspondente a 114,6 ind/m² (tabela 22). As fases sucessionais média avançada e avançada apresentaram médias similares, de 35,9 e 35,7 indivíduos/ m² respectivamente, e apesar da diferença visual com a fase inicial arbórea não se detectaram diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos durante todo o ano (tabela 22).

Conforme o teste de comparação de médias apresentado na tabela 22, observa-se que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos nas épocas de coleta 1 e 6. Nas demais épocas, os tratamentos médio avançado e avançado não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si.

FIGURA 26 - FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE THYSANOPTERA (INSECTA), NA CAMADA DE 0 A 5 CM, MÉDIA DE 27 AMOSTRAS, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M², NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005

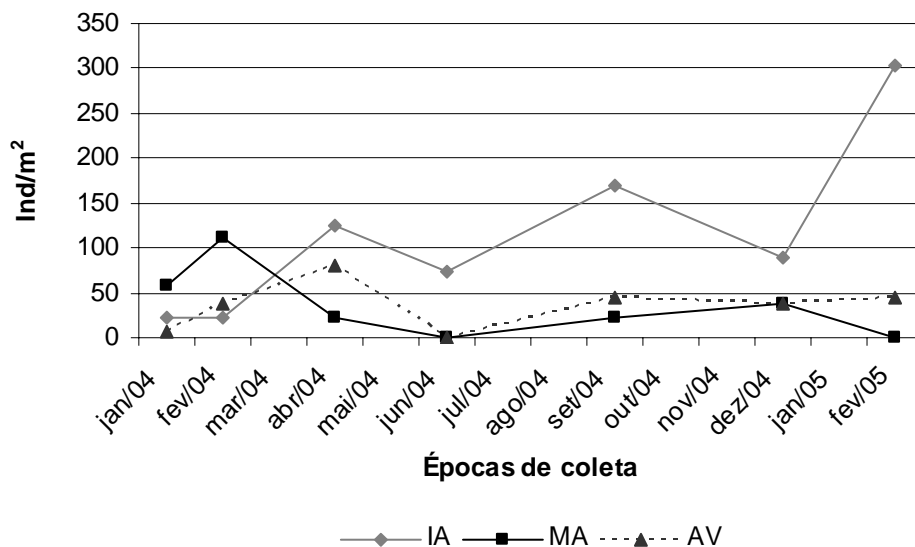


TABELA 22 - TOTAL DE THYSANOPTERA (INSECTA), COLETADOS NAS 27 SUBPARCELAS, NA CAMADA DE 0 A 5 CM. MÉDIA DE 27 REPETIÇÕES, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M², NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005

Fases Sucessionais	Thysanoptera							Média
	Épocas de coleta							
	1	2	3	4	5	6	7	
IA	22 a	22 a	125 a	74 a	169 a	88 a	302 a	114,6
MA	59 a	111 b	22 b	0 b	22 b	37 a	0 b	35,9
AV	7 a	37 ab	81 b	0 b	44 b	37 a	44 ab	35,7

Médias de mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

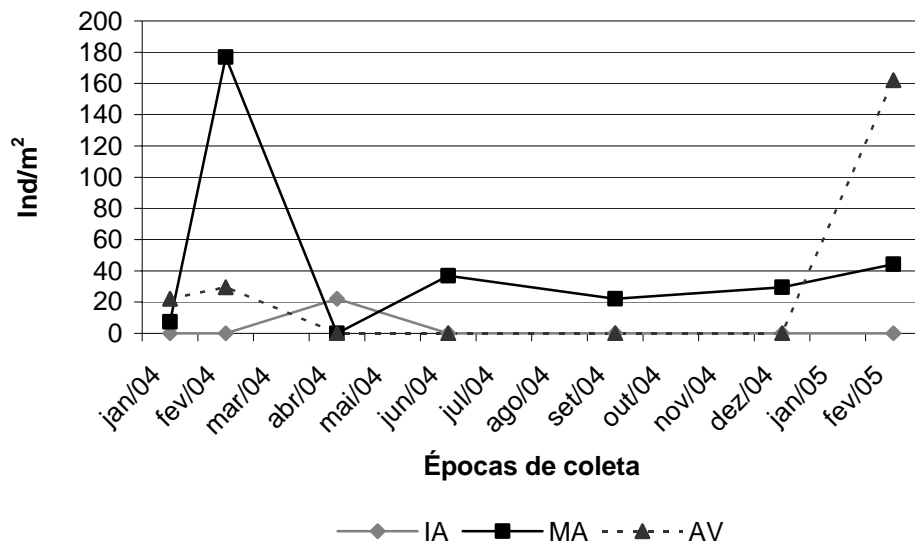
o. Pseudoescorpiones

A figura 27 revela a densidade populacional de Pseudoescorpiones (Aracnida) e a tabela 23 indica as médias de densidade populacional observadas durante as sete épocas de coleta.

Na figura 27 é possível observar dois picos populacionais destacados, na fase sucessionária média avançada na segunda coleta, e na fase avançada na última coleta. O grupo foi observado em apenas um período de coleta na fase inicial arbórea. Pseudoescorpiones geralmente é um grupo raro e foi pouco observado quantitativamente nas amostragens, com uma das mais baixas densidades

populacionais dentre os grupos analisados. Esta baixa ocorrência implicou em distribuições aleatórias na parcela amostral, pouco representativos da população existente.

FIGURA 27 - FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE PSEUDOESCORPIONES (ARACNIDA), NA CAMADA DE 0 A 5 CM, MÉDIA DE 27 AMOSTRAS, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M², NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005



Conforme a tabela 23 as médias observadas nas épocas 1, 3 e 6 nos três tratamentos não diferem estatisticamente entre si. Para a fase sucessional inicial arbórea houve registro de Pseudoescorpiones apenas na época 3.

TABELA 23 - TOTAL DE PSEUDOESCORPIONES (ARACNIDA), COLETADOS NAS 27 SUBPARCELAS, NA CAMADA DE 0 A 5 CM. MÉDIA DE 27 REPETIÇÕES, EXPRESSA EM INDIVÍDUOS POR M², NOS TRATAMENTOS INICIAL ARBÓREO (IA), MÉDIO AVANÇADO (MA) E AVANÇADO (AV). ANTONINA, PR - 2004/2005

Fases Sucessionais	Pseudoescorpiones							Média
	Épocas de coleta							
	1	2	3	4	5	6	7	
IA	0 a	0 a	22 a	0 a	0 a	0 a	0 a	3,1
MA	7 a	177 b	0 a	37 b	22 b	29 a	44 a	45,1
AV	22 a	29 a	0 a	0 a	0 a	0 a	162 b	30,4

Médias de mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A distribuição dos grupos funcionais nesta pesquisa sofreu variação conforme o ambiente em questão (fatores físicos e químicos) e interações biológicas. ODUM (1988) concluiu que apesar de alguns componentes da diversidade aumentarem nos estágios iniciais do desenvolvimento do ecossistema, a diversidade máxima parece situar-se em algum lugar no meio das séries sucessionais em alguns casos e, perto do final em outras situações, não exibindo todos os níveis tróficos ou taxonômicos a mesma tendência de mudança de diversidade com o tempo sucessional.

Uma substituição mais ou menos contínua de espécies ao longo do tempo é característica da maioria das séries sucessionais. As mudanças na composição de espécies da vegetação implicam naturalmente na substituição de espécies animais ODUM (1988).

Segundo RICKLEFS (1996) as populações se movem continuamente em direção a densidades constantes, determinadas pela adaptabilidade e ciclo de vida dos organismos e pelas condições ambientais prevaletentes em seus habitats, que são dinâmicos. Os padrões de variação das densidades populacionais são resultado não somente da natureza mutante do meio, mas também da dinâmica intrínseca das respostas populacionais. Assim, o estudo da variação do tamanho da população leva em consideração as respostas das populações às mudanças perceptíveis no ambiente e os ciclos regulares dos números que não estão relacionados com as variações periódicas óbvias no meio ambiente. Em populações naturais a variação na densidade depende da magnitude de flutuação dos fatores ambientais e da estabilidade inerente da população. Populações de organismos pequenos e de vida curta podem flutuar violentamente em várias ordens de grandeza em pouco tempo.

A estratégia evolutiva, exclusão competitiva e características do ciclo vital determinam a posição das espécies em gradientes sucessionais. Uma comunidade clímax, ou estável, numa série sucessional é autoperpetuante porque está em equilíbrio dentro de si mesma e com o habitat físico.

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste trabalho observa-se que os grupos da mesofauna utilizados nesta pesquisa não demonstram entre si o mesmo padrão de flutuação populacional de acordo com a fase sucessional da floresta, e com base nestes diferentes comportamentos em relação aos fatores que se modificam conforme o estágio sucessional foi possível determinar grupos da mesofauna mais característicos de cada fase sucessional:

- Considerando todos os grupos da mesofauna observados, as maiores densidades populacionais médias foram observadas na fase sucessional média avançada e nesta fase também se observam médias significativamente superiores às demais médias, devido ao fato de este ambiente concentrar uma quantidade maior de recursos alimentares utilizados pelos grupos da mesofauna detritívoros vegetais e predadores. Já na fase sucessional inicial arbórea os recursos alimentares vegetais tendem a ser menos diversificados, em virtude da menor diversidade de plantas, e na fase sucessional avançada, onde a biodiversidade de plantas é superior aos demais estágios, há maior diversidade de recursos alimentares proporcionando assim uma elevada complexidade biológica que garante relações diversas, as quais limitam a explosão populacional gerando assim, condições de equilíbrio biológico do sistema. A fase sucessional média avançada proporciona uma serrapilheira com diversos substratos de qualidade nutricional e orgânica distinta. Os recursos alimentares disponíveis, bem como a estrutura do microhabitat gerado, possibilitam, dessa forma, a colonização de várias espécies de fauna do solo com estratégias diferentes de sobrevivência.

- A maior densidade populacional média observada entre todos os grupos da mesofauna encontrados foi dos ácaros Oribatei, na fase sucessional média avançada, sendo possível a caracterização deste grupo de ácaros como indicador de ambientes em transição de fases sucessionais em regeneração.

- A maior densidade populacional média de Acari exceto Oribatei foi observada na fase sucessional média avançada, que proporciona ambiente favorável a estes ácaros que são na sua maioria predadores.

- Chilopoda e Psocoptera também apresentaram maiores valores de densidade populacional média na fase média avançada.
- Isopoda, quanto ao índice de constância e densidade populacional, apresentou seus maiores valores na fase sucessional média avançada, fato relacionado diretamente com a característica deste estágio intermediário exibir altos índices de mortalidade com a senilidade do estrato inicial arbóreo, aumentando a produtividade na cadeia de produção de detritos, que favorece maiores densidades populacionais para os organismos saprofágicos como Isopoda.
- Na fase inicial arbórea as maiores densidades populacionais médias encontradas foram do grupo Collembola Arthropleona, Collembola Symphypleona e Formicidae. Apesar das médias da densidade populacional de Protura e Thysanoptera entre os tratamentos terem sido consideradas estatisticamente similares, estes dois grupos apresentaram maiores densidades populacionais médias na fase inicial arbórea.
- Diplopoda não apresentou diferenças estatisticamente significativas na maioria das épocas de coleta e observa-se pouca diferença entre as densidades populacionais médias e as fases sucessionais entre os tratamentos. Na fase inicial arbórea foram observados os maiores valores da densidade populacional, seguida da fase avançada com o segundo maior valor. Assim, o grupo Diplopoda não demonstrou características suficientes para caracterizar os ambientes pela sua presença.
- Os grupos de organismos tipicamente predadores, como Pseudoescorpiones e Diplura, apresentaram maiores valores de densidade populacional e do índice de Constância na fase média avançada, permitindo a inferência de que maiores índices de densidade populacional média de Pseudoescorpiones e Diplura indicam um estágio de regeneração florestal mais avançado em relação ao estágio inicial.

Esta forma de abordagem, que relaciona as características das comunidades da mesofauna edáfica com os fatores do ambiente, permite uma primeira inferência sobre a funcionalidade destes organismos no solo e fornece uma indicação da caracterização das comunidades da mesofauna e sua complexidade ecológica na Floresta Atlântica.

6 RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se um estudo continuado desses mesmos ambientes, repetido por mais alguns anos, que poderia então fornecer informações envolvendo a variação sazonal dos taxa analisados.

Inter relações com outras pesquisas que já estão sendo desenvolvidas nas mesmas áreas sucessionais da Reserva Natural Águas Belas, com grupos da macrofauna, decomposição da serrapilheira e sobre a ciclagem de nutrientes poderão compor uma série de informações valiosas para a compreensão desse ecossistema.

Outro ponto possível de investigações posteriores seria avaliação ao nível específico dos grupos encontrados, buscando evidenciar a relação existente entre a diversidade de vegetais e a diversidade das espécies da mesofauna nas fases sucessionais.

REFERÊNCIAS

ADDISON, J.A.; PARKINSON, D. Influence of collembolan feeding activities on soil metabolism at a high arctic site. **Oikos**, n.30, p. 529-538, 1978.

ADIS, J.; MORAIS, J. W.; RIBEIRO, E. F. Vertical distribution and abundance of arthropods in the soil of a neotropical secondary forest during the dry season. **Tropical Ecology**, n. 28, p.174-181, 1987.

AGRELL, I. Die schwedischen Thysanuren. **Opusc. Ent. Suppl.** n.3, p. 1-236, 1941.

AIDE, T.M. et al. Forestry recovery in abandoned tropical pasture in Puerto Rico. **Forest Ecology and Management**, n. 77, p. 77-86, 1995.

AIDE, T.M.; CAVALIER, J. Barriers to low land tropical forest restoration in the Sierra Nevada de Anta Marta, Colombia. **Restoration Ecology**, n.2, p. 219-229, 1994.

AL ASSIUTY, A.I.; BAYOUMI, B.M.; KHALIL, M.A.; VAN STRAALLEN, N.M. The influence of vegetational type on seasonal abundance and species composition of soil fauna at different localities Egypt. **Pedobiologia**, n. 37, p. 210-222, 1993.

ANDERSON, J.M. The enigma of soil fauna animal species diversity. In: VANEK, J. (Ed.). **Progress in soil zoology**. The Hague, 1975. p. 51-58.

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

ARITAJAT, U.; MADGE, D.S.; GOODERHAM, P.T. The effects of compaction of agricultural soil on soil fauna 1. Field investigations. **Pedobiologia**, Jena, v. 17, p. 262-282, 1997.

ARROYO, P. **Estudo de Caso de Consolidação de Sítio: Área de Proteção Ambiental, Brasil**. Disponível em:<http://parksinperil.org/files/guaraquecaba_case_study_port.pdf> Acesso em: 15 nov. 2004.

BANERJEE, S.; SANYAL, A.K. Oribatid mites as indicator of soil organic matter. In: VEERESH, G.K; RAJAGOPAL, D.; VIRAKTAMATH, C.A. (Eds.). **Advances in management and conservation of soil fauna**. Oxford and IBH Publishing CO., p.877-880, 1991.

BECK, L.; HÖFER, H.; VERHAAGH, M. Tropische Diversität, ihre Aufrechterhaltung und deren Mechanismen. **Andrias**, v.13, p. 5-6, 1994.

BEHAN, V. A.; STUART, B. B.; MCKEVAN, D. K. Effects of Nitrogen fertilizers, as urea, on Acarina and other arthropods in Quebec black spruce humus. **Pedobiologia**, Jena, v. 18, p. 249-263, 1978.

BEHAN-PELLETIER, V.M. Oribatid mite biodiversity in agroecosystems: role as bioindicators. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, n.74, p.411-423, 1999.

BERG, N. W.; PAWLUK, S. Soil mesofaunal studies under different vegetative regimes in north central Alberta. **Can. J. Soil Sci**, Ottawa, v. 64, p. 209-223, 1984.

BERTI FILHO, E. Cupins em florestas. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L.R. (Ed.). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 127-140.

BODENHEIMER, F. S. **Precis d'ecologie animale**. Paris: PAYOT, 1955. 315p.

BOINA, C.D. et al. Perfil da artropodofauna do solo da Reserva Biológica de duas bocas, ES. In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 2004, Brasília. **Anais...** Brasília:UNB, 2004.

BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1983. 878p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF). **Avaliação e Ações prioritárias pra a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Brasília: 2000. 40 p.

BUND, C. F. van. Influence of crops and tillage on mites and springtails in arable soil. **Neth. J. Agric. Sci.**, Wageningen, v.18, p. 308-314, 1970.

BUTCHER, J. W.; SNINDER, R. J. Bioecology of edafic Collembola and Acarina. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.16, p.249-288, 1971.

BZUNECK, H.L. **Efeitos de dois sistemas de preparo de solo e de sucessões de culturas na população de ácaros e collêmbolos**. Curitiba, 1988. 130 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

BZUNECK, H.L.; SANTOS, H.R. Efeitos de dois sistemas de preparo do solo e de sucessões de culturas na população dos colêmbolos *Dicranocentrus* spp. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, v. 11, p.231-235, 1991.

CANHOS, V. P. Grupo de Trabalho Temático: Microrganismos e Biodiversidade de Solos BDT. In: **Estratégia Nacional de Diversidade Biológica**. Campinas: Unicamp, 1998.

CARDOSO, E.J.B.N. Ecologia microbiana do solo. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P. (Coord.). **Microbiologia do solo**. Campinas: SBCS, 1992. p. 33-39.

CARVALHO, J. O. P. **Structure and dynamics of a logged over Brazilian Amazonian rain forest**. Oxford: University of Oxford, 1992. 215 p. Tese (Doutorado em Ciências florestais) – Universidade de Oxford.

CHOUDHURI, D.K. Effect of soil structure on Collembola. **Sci. Culture**, n.27, p.494–495. 1961.

CHRISTIANSEN, K. Bionomics of Collembola. **Ann. Rev. Entomol.** Palo Alto, v.9, p. 147-178, 1964.

COLEMAN, D.C.; CROSSLEY, D.A. **Fundamentals on soil ecology.** London: Academic Press, 1996. 205p.

CUCCOVIA, A.; KINNEAR, A. Acarine (mite) communities colonizing rehabilitated bauxite mine pits in the jarrah forest of Western Australia. In: PONDER, W.; LUNNEY, D. (Eds.). **The other 99%. The conservation and biodiversity of invertebrates.** Transactions of the Royal Zoological Society of New South Wales. p.54-59. 1999.

CULIK, M. P.; SOUZA, J. L.; VENTURA, J. A. Biodiversity of Collembola in tropical agricultural environments of Espírito Santo, Brasil. **Applied Soil Ecology,** Amsterdam, n. 21, v.1, p.49-58, 2002.

CURRY, J.P. **Grassland Invertebrates.** London: Chapman & Hall, 1994.

CURRY, J.P.; GOOD, J. A soil faunal degradation and restoration. **Advances in Soil Science,** v.17, p. 171-215, 1992.

DAJOZ, R. **Ecologia geral.** 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1978. 472 p.

DAJOZ, R. **Tratado de ecologia.** Madri: Mundi-Prensa, 1974. 478 p.

DAVIES, W.M. The effect of variation in relative humidity on certain species of Collembola. **J. exp. Biol.,** n.6, p.79-86. 1928.

DICKOW, K. **Deposição, acumulação e decomposição de serrapilheira na regeneração natural de Floresta Ombrófila Densa, em Antonina, Paraná [2006?].** Não publicado.

DINDAL, D. **Soil Biology Guide.** New York: John Wiley and Sons, 1990.

DUARTE, M. M. Abundance of soil microarthropods in araucaria forest fragments in southern Brazil. **Iheringia, Sér. Zool.,** v.94, n.2, p.163-169, 2004.

DUARTE, M. M.; BECKER, M. A comunidade de microartrópodes em solos da micro-região carbonífera do baixo rio Jacuí. **Carvão e meio ambiente.** Porto Alegre: Editora da Universidade UFRGS, 2000. p.695-725.

DUCATTI, F. **Fauna edáfica em fragmentos florestais e áreas reflorestadas com espécies da Mata Atlântica.** Piracicaba, 2002. 70 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

DUNGER, W. Methoden zur vergleichenden Auswertung von Fütterungsversuchungen in der Bodenbiologie. **Abh. Ber. Naturkindemus.** Görlitz, v. 37, p.143-162, 1962.

DUNGER, W. **Tiere im Boden - Die Neue Brehm-Bücherei.** Wittemberg: Ziemsenverlag, 1983.

EKSCHMITT, K.; WOLTERS, V.; WEBER, M. Spiders, carabeids and staphylinids: the ecological potential of predatory macroarthropods. In: BENCKISER, G. (Ed.). **Fauna in soil ecosystems: recycling processes, nutrient fluxes, and agricultural production**. New York: Mareel Dekker, 1997. p. 307-362.

ELLENBERG, H. Zeigewerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. **Scripta Geobotanica**. n.9, p.1-97, 1994.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979.

FANCELLI, A.L.; FAVARIN, J.L. Realidade e perspectivas para o sistema de plantio direto no Estado de São Paulo. In: FANCELLI, A.L. (Coord.). **Plantio direto no Estado de São Paulo**. Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 1989. p.15-34.

FISHER, R. F.; BINKLEY, D. **Ecology and management of forest soils**. 3.ed. London: John Wiley, 2000. 489 p.

FLECHTMANN, C.H.W. **Elementos de acarologia**. São Paulo: Nobel, 1975. 244p.

FRANKLIN, E. N.; ADIS, J.; WOAS, S. The Oribatid Mites. In: JUNK, W. J. (ed.). **Central Amazonian river floodplains: ecology of a pulsing systems**. Berlin: Springer-Verlag, 1997. p.331-349.

FRANKLIN, E. N. et al. Resistência à submersão de ácaros (Acari: Oribatida) terrestres de florestas inundáveis e de terra firme na Amazônia Central em condições experimentais de laboratório. **Acta Amazonica**, n.31, v.2, p.285-298, 2001.

FRANKLIN, E. N. et al. Ácaros oribatídeos (Acari: Oribatida) arborícolas de duas florestas inundáveis da Amazônia central. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, n.58, v.2, p.317-335, 1998.

FOX, I. The insect family of Japygidae (order Thysanura) in Puerto Rico. **Journal of Agriculture**, University of Puerto Rico, 41, p.35-37, 1957.

FUJIKAWA, T. Relation between oribatid fauna and some environments of Napapo National Forest in Hokkaido (Acarina: Cryptostigmata). I. Oribatida fauna in soils under four different vegetations. **Applied Entomology and Zoology**, v. 5, n. 2, p. 69-83, 1970.

GANDOLFI, S. **Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta residual na área do Aeroporto Internacional de São Paulo, município de Guarulhos, SP**. Campinas: UNICAMP, 1991. 232 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 1991.

GARCIA-ALDRETE, A. N. Fluctuaciones estacionales de los artrópodos de la hojarasca de la selva perennifolia en Los Truxtlas. **Resúmenes del XXI Congreso Nacional de Entomología**. Monterrey, Nuelo León, México, p.8 -10. 1986.

GASSEN, D.N. Classificação de pragas de solo de acordo com habitat e com os hábitos alimentares. In: Reunião sobre pragas subterrâneas dos países do Conesul, 2, 1992, Sete Lagoas. **Anais...** Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1992.

GHABBOUR, R. I. Towards a zoosociology of soil fauna. **Revue d'Écologie et de Biologie du Sol**, n.28. p.77-90, 1991.

GÓMEZ-POMPA, A. Posible papel de la vegetación secundaria en la evolución de la flora tropical. **Biotropica**, v. 3, p. 125-135, 1971.

GÓMEZ-POMPA, A.; WIECHERS, B. L. Regeneración de los ecosistemas tropicales y subtropicales. In: GOMÉZ-POMPA, A. et al. (Eds.). **Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México**. México: Continental, 1976. p. 11-30.

GONÇALVES, J.L.M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.309-350.

GONZÁLES, O.R. Distribución vertical y dinámica de la abundancia y la biomassa de Diplopoda en suelos de ecosistemas florestales de la Sierra el Rosario. **Poyeana**, n. 264, p.1-27, 1884.

GRIFFITH, J.J.; DIAS, L.E.; JUCKSCH, I. Novas estratégias ecológicas para a revegetação de áreas mineradas no Brasil. In: Simpósio Nacional de recuperação de áreas degradadas, Foz do Iguaçu, 1994. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1994. p.31-34.

GUERRA, R.T.; BUENO, C.R.; SCHUBART, H.O. Avaliação preliminar sobre os efeitos da aplicação do herbicida Paraquat e aração convencional na mesofauna do solo na região de Manaus – AM. **Acta Amazônica**, v.12, n.1, p. 713, 1982.

GUILAROV, M. S. Why so many species and so many individuals can coexist in the soil? In: LOHM, U.; PETERESON, T. (Eds.). **Soil Organisms as components of ecosystems**. Stockholm: Ecol. Bull. p. 593-597, 1997.

HALE, W. G. Colembolos. In: BURGESS, A.; RAW, F. (Eds.). **Biologia del suelo**. Barcelona: Omega, 1971. p. 463-477.

HASEGAWA, M.; TAKEDA, H. Changes in feeding attributes of four collembolan populations during the decomposition process of pine needles. **Pedobiologia**, Jena, n.39, p.155-169, 1995.

HÅGVAR, S. Log-normal distribution of dominance as an indicator of stressed soil microarthropod communities. **Acta zoologica fennica**, n.195, p. 71-80. 1994.

HÅGVAR, S.; KJØNDAL, B. R. Succession, diversity and feeding habits of microarthropods in decomposing birch leaves. **Pedobiologia**, n. 22. p.385-408. 1981.

- HENAGHAN, L. et al. Soil microarthropod contributions to decomposition dynamics: tropical-temperate comparisons of a single substrate. **Ecology**, n.80, v.6, p. 1873-1882, 1999.
- HOLE, F. D. Effects of animals on soil. **Geoderma**, Amsterdam, v. 25, p. 75-112, 1981.
- HOPKIN, S.P.; READ, H. J. **The biology of millipedes**. Oxford: Oxford University Press, 1992. 233p.
- HORN, H. S. The ecology of secondary succession. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, v.5, p.25-37, 1974.
- HOUGHTON, R.A.; LEFKOWITZ, D.S.; SKOLE, D.L. Changes in the landscape of Latin America between 1850 and 1985. Progressive loss of forests. **Forest Ecology and Management**, n. 38, p.143-172, 1991.
- HUTSON, B.R. Colonization of industrial reclamation sites by acari, collembola and other invertebrates. **J. Appl. Ecol.**, n.17, p.255-275, 1980.
- IAPAR. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina, 1978. 41 p.
- IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Série Manuais Técnicos em Geociências, n. 1. Rio de Janeiro, 1992.
- KAGEYAMA, P. Y.; BRITO, M. A., BAPTISTON, I. C. Estudo do mecanismo de reprodução de espécies da mata natural. In: KAGEYAMA, P. Y. (Coord.). **Estudo para implantação de matas ciliares de proteção na bacia hidrográfica do Passa Cinco, Piracicaba, SP**. Piracicaba: DAEE/USP/FEALQ, 1986. 236p.
- KAISER, K; HAUMAIER, L.; ZECH, W. The sorption of organic matter in soils as affected by the nature of soil carbon. **Soil Science**, v.4. p. 305-313, 2000.
- KILLMAN, K. **Soil ecology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. 242p.
- KLIRONOMOS, J. N.; KENDRICK, B. Research on Mycorrhizae: Trends in the past 40 years as expressed in the MYCOLIT database. **New Phytologist**. n.125, p. 595-600, 1993.
- KRANTZ, G. W. **A manual of acarology**. 2. ed. Corvallis: Oregon State University BookStores, 1978. 509 p.
- LABSIG SPVS. **Mapas temáticos da RPPN Águas Belas**. Curitiba, 2004. 5 mapa: color.; 60 x 80 cm. Escala 1: 25000.
- LAL, R. Effects of macrofauna on soil properties in tropical ecosystems. **Agric. Ecosystems Environ**. n.24, p.101-116. 1988.
- LAURANCE, W. F. et al. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. **Conservation Biology**, Boston, n.13, v. 3, p.605-618, 2002.

LAVELLE, P.; SPAIN, A.V. **Soil Ecology**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2001.

LEE, K. E.; FOSTER, R.C. Soil fauna and soil structure. **Aust. J. Soil Res.**, East Melbourne, v. 29, p.745-746, 1992.

LEITÃO-LIMA, P da S.; TEIXEIRA, L.B Distribuição vertical e abundância da mesofauna do solo em Capoeiras. **Comunicado técnico** n. 63. Belém: EMBRAPA, 2002.

LEVINGS, S.C.; WINDSOR, D.M. Litter moisture content as a determinant of litter arthropod distribution and abundance during the dry season on Barro Colorado Island, Panama, **Biotropica**, n.16, v.2, p.125-131, 1984.

LIEBSCH, D. **Caracterização florística e fitossociológica de três fases sucessionais da floresta ombrófila densa submontana em Antonina, PR**. Dissertação de Mestrado. Não publicado. [2005?]

LINDEN, R.D. et al. Faunal indicators of soil quality. In: DORAN, J.W. et al. (Eds.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: Soil Society of American, 1994. p. 91-106.

LOOMIS, H.F. Additions to the millipedes of Mexico (Myriapoda: Diplopoda). **Anales des Instituto de Biología**, UNAM, 1969. p.49-54.

LOOTS, G.C.; RYKE, P.A.J. The ratio Oribatei: Trombidiformes with reference to organic matter content in soils. **Pedobiologia**, Jena, n.7, p.121-124. 1967.

LOPES ASSAD, M. L. Fauna do Solo. In: VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. (Ed.). **Biologia dos solos do cerrado**. Planaltina: EMBRAPA CPAC, 1997. p. 363-444.

LUCCHESI, L.A.C. et al. Pastagens: um sistema de produção para a reabilitação de áreas degradadas. In: Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas degradadas. Curitiba, 1992. **Anais...**Curitiba: UFPR/FUPEF, 1992.

MAJER, J.D. **Animals in primary succession**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

MALDAGUE, M. E.; HILGER, F. Observations faunistiques et microbiologiques dans quelques biotopes forestiers équatoriaux. In: DOEKSEN, J.; VAN DER DRIFT, J. (Eds.). **Soil organisms**. Amsterdam: North- Holland Publ. Comp., 1963. p.368-374.

MARI MUTT J.A.; BELLINGER P.F. **A Catalog of the Neotropical Collembola**. Gainesville, Florida: Sandhill Crane Press, 1990.

MERLIM, A. de O. **Macrofauna edáfica em ecossistema preservado e degradado de Araucária no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP**. Piracicaba, 2005. 89 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

MEYER, O. Functional groups of microorganisms. In: Schulze, E., Mooney, H. (Eds.). **Biodiversity and Ecosystem Function**. Berlin: Springer Verlag, 1993. p. 67–96.

MIKLÓS, A.A.W. Papel de cupins e formigas na organização e na dinâmica da cobertura pedológica. In: FONTES, L.R.; BERTI FILHO, E. **Cupins: o desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 227-241.

MUELLER, C.H.; CHOU, C.H. Phytotoxins: an ecological phase of phytochemistry. In: HARBONE, J. (Ed.) **Phytochemical Ecology**. London: Academic Press, 1972. p. 201-216.

MURPHY, P. W. (Ed.). **Progress in soil zoology**. London: Butterworths Scientific Publications, 1963.

NOGUEIRA JUNIOR, L.R. **Caracterização de solos degradados pela atividade agrícola e alterações biológicas após reflorestamentos com diferentes associações de espécies de Mata Atlântica**. Piracicaba, 2000. 50 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

NOSEK, J. The European Protura. **Their taxonomy, ecology and distribution with keys for determination**. Geneva: Museum d'Histoire Naturelle, 1973. 345p.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 434p.

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

PALACIOS-VARGAS, J.G. **Introducción a los insectos sin alas (Protura, Diplura, Collembola, Thysanura). Manuales y guías para el estudio de microartrópodos**. Xalapa: UNAM, Instituto de Biología y Facultad de Ciencias, 1991. p.1-21.

PALISSA, A. Über die Wirkung verschiedener Pflanzenstoffe auf Bodentiere. In: GRAFF, O.; SATCHELL, S. (Eds.) **Progress in Soil Zoology**, Braunschweig, p.88-92, 1967.

PAOLETTI M. G. et al. Invertebrates as bioindicators of soil use. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, n.34, p.341-362, 1991.

PAOLETTI M. G.; HASSALL M. Woodlice (Isopoda: Oniscidea): their potential for assessing sustainability and use as bioindicators. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, n.74, p.157-165, 1999.

PASCHOAL, A.D. et al. **Fundamentos de zoologia agrícola e parasitologia: animais do meio rural e sua importância**. Piracicaba: DECALQ, 1996. 98p.

PEREIRA, O. L. **Diagnóstico da situação da bubalinocultura na APA de Guaraqueçaba**. Curitiba: SPVS, 2001. p.10-12.

POGGIANI, F.; OLIVEIRA, R.E. de; CUNHA, G.C. da. Práticas de ecologia florestal. **Documentos florestais**, n.16, p.1-44, 1996.

PONGE, J.F. Biocenoses of Collembola in atlantic temperate grass-woodland ecosystems. **Pedobiologia**, Jena, v.37, n.4, p.223-244, 1993.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do Solo**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1984. 541 p.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 1990. 549p.

RAGA, A. **Coleção de Ácaros de interesse agrícola**. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/artigos_tecnicos/colecao_acaros.htm> Acesso em: 15 nov. 2005.

RICKLEFS, R.E. **A Economia da Natureza**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 470 p.

ROWLAND, J. M.; REDDELL, J. R.. "A review of the Cavernicole Schizomida (Arachnida) of Mexico, Guatemala and Belice". En: J. R. Reddell. "Studies on the caves and cave fauna of the Yucatan Peninsula". **Assoc. Mex. Cave Stud. Bull.**, v.6, p.72-102, 1977.

RUPPERT, E.; BARNES, R.D. **Zoologia dos Invertebrados**. 6. ed. São Paulo: Roca, 1996.

RUSSEK, J. Pedozootische Sukzessionen während der Entwicklung von Ökosystemen. **Pedobiologia**, Jena, n.18, p. 426-433, 1978.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**, Boston, n.5, v.1, p.18-52, 1991.

SAUTTER, K. D. **Efeito da compactação de um latossolo vermelho-escuro, causada pela colheita de Eucalyptus grandis, sobre alguns organismos do solo**. Curitiba, 2001. 105 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

SAUTTER, K. D. **Comparação da população de Collembola (Insecta) e Oribatei (Acari: Cryptostigmata) entre plantio direto em três níveis de fertilidade, plantio convencional e um ecossistema natural (campo)**. Curitiba, 1995. 98 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

SAUTTER, K. D.; SANTOS, H. R. Recuperação de solos degradados pela mineração de xisto, tendo como bioindicadores insetos da ordem Collembola. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, v. 11, n. 1/2, p. 85-91. 1991.

SAUTTER, K. D.; TREVISAN, E. Estudo da população de Oribatei (Acari: Cryptostigmata) e Collembola (Insecta) em três sítios distintos de acumulação

orgânicas do povoamento de *Pinus taeda* L. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, v.13, n.1/2, p. 161-166, 1994.

SEASTED, T. R. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. **Ann. Rev. Entomol.**, Palo Alto, v. 29, p. 25-46, 1984.

SIEPEL, H. Niche relationships between two panphytophagous soil mites, *Nothrus silvestris* Nicolet (Acari, Oribatida, Nothridae) and *Plantynothrus peltifer* (Koch) (Acari, Oribatida, Camisiidae). **Biology and Fertility of Soils**, n.9, p.139-144, 1990.

SINGH, J.; PILLAI, K.S. A study of Soil microarthropod communities in same fields. **Revue Ecologie du Sol**, v.12, n.3, p. 579-590, 1975.

SOARES, M.I.J; COSTA, E.C. Fauna do solo em áreas com *Eucaliptus* spp. e *Pinus elliotii*, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, v.1, p.29-43, 1991.

SPVS - Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental. **Plano de Manejo da RPPN Águas Belas**, Curitiba: SPVS, 2006.

SPVS - Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental. **Viabilidade da Agropecuária na região de Guaraqueçaba**. Curitiba: SPVS, 1995.

SPVS - Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental. **Plano Integrado de Conservação para a Região de Guaraqueçaba, Paraná, Brasil**. Curitiba: SPVS, 1992.

STORK, N. E.; EGGLETON, P. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. **Amer. J. Alternative Agric.**, n.7, p.38-47, 1992.

SUTTON, S.L. **Woodlice**. London: Ginn, 1972. 144 p.

SWIFT, M.J.; O.W. HEAL; ANDERSON, J.M. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. United Kingdom: Blackwell, 1979. 372 p.

TEIXEIRA, L.B.; SCHUBART, H.O.R. Mesofauna do solo em áreas de floresta e pastagem na Amazônia Central. **Boletim de Pesquisa EMBRAPA CPATU**, n.95, p. 1-16, 1988.

TEUBEN, A.; VERHOEF, H. A. Direct contribution by soil arthropods to nutrient availability through body and faecal nutrient content. **Biol. Fertl. Soils**, Berlin, v. 14, p. 71-75, 1992.

THOMPSON, A. R.; EDWARDS, C. A. Effects of pesticides on nontarget invertebrates in freshwater and soil. In: GUENZI, W. D. (Ed). **Pesticides in soil and water**. Madison: Soil Science Society of America, 1974. p. 341-375.

TRINCA, C.R. de Materia Organica del suelo. **Rev. Alcance**, v.57, n.4, p. 73-96, 1999.

UNESCO. **Tropical forest ecosystems: a state-of-knowledge report**. Paris, 683 p. 1978.

UPTON, M. S. Methods for collecting, preserving, and studying insects and allied forms. **Misc. Publ. Aust. Entomol. Soc.** n.3, p.1-86, 1991.

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

USHIWATA, C. T.; SAUTTER, K. D.; KOBIYAMA, M. Influence of compactation of a forest soil on the soil fauna in a subtropical region. I. Oribatei (Acari: Cryptostigmata) and Collembola (Insecta). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, n.12, v.4, p. 905-913, 1995.

VALLEJO, L. R.; FONSECA, C. L. DA; GONÇALVES, D. R. P.. Estudo comparativo da mesofauna do solo entre áreas de *Eucalyptus citriodora* e mata secundária heterogênea. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, n.47, v.3, p.363-370, 1987.

VAN STRAALLEN, N. M. Community Structure of Soil Arthropods as a Bioindicator of Soil Health. In: PANKHURST, B. M.; GUPTA, V.V.S.R. (Eds.). **Biological Indicators of Soil Health**. CAB International, 1997. p. 235-265.

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

VAN DER DRIFT, J. Analysis of the animal community in a beech forest floor, **Tijdschr. Ent.**, n.94, p.1-168, 1951.

VEGTER, J.J. Food and habitat specialization in coexisting springtails (Collembola, Entomobryidae). **Pedobiologia**, Jena, n.25, p.253-262, 1983.

VEGTER, J.J. Phenology and seasonal resource partitioning in Forest floor Collembola. **Oikos**, n.48, p.175-185, 1987.

WALLWORK, J.A. **Ecology of soil animals**. London: MacGraw-Hill, 1970.

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

WARING, R.H.; SCHLESINGER, W. H. **Forest ecosystems: concepts and management**. Orlando: Academic Press, 1985. 412p.

WEYGOLDT, P. **The Biology of Pseudoscorpions**. Harvard University Press, Cambridge. 1969.

WILBY, A.; SHACHAK. M.; BOEKEN, B. Integration of ecosystem engineering and trophic effects of herbivores. **Oikos**, n.92, p.436-444, 2001.

WINNER, C. Schaden an Zuckerruben durch *Onychiurus campatus*. **Gis. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienste**, Berlin, v.11, p.67-69, 1959.

WOLTERS, V.; EKSCHMITT, K. Gastropods, Isopods, Diplopods, and Chilopods: neglected group of the decomposer food web. In: BENCKISER, G. (Ed). **Fauna in soil ecosystems: recycling processes, nutrient fluxes, and agricultural production**. New York: Marcel Dekker, 1997. cap. 8, p. 256-306.

WOLTERS, V. Soil invertebrates: effects on nutrient turnover and soil structure, a review. **Z. Phanzenerna Èhr. Bodenk.** n.154, p.389-402, 1991.

YAMAMOTO T. et al. Ecological study of forest floor invertebrate fauna in naturally regenerated cedar forest and cedar plantation. **Edaphologia**, n. 51, p. 19-32, 1994.

APÉNDICE

APÊNDICE 1 - PRECIPITAÇÃO PLUVIAL DIÁRIA, EXPRESSA EM MM, REGISTRADA NO MUNICÍPIO DE ANTONINA (PR), DE JANEIRO DE 2004 A JANEIRO DE 2005

Data	Meses													
	2004											2005		
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev
01	13,6	42,6	11,8	0	5,6	0,6	0,2	0	0	0,2	8,6	19	2,2	2,2
02	6,4	40,6	0,2	0	0	0,4	0	0	0	0	0,2	11,8	0	4
03	0,2	0,2	3,8	3	16,8	0,4	0	0	0,6	0	0,2	0,4	17,8	6,6
04	5,6	0	3,6	0,2	7	1	0,8	0	0,8	5	4,8	32,6	54,8	11,8
05	1,8	67,6	4,6	8	5,8	0,2	4,8	0	0	4,4	0	21,6	2	1
06	0	19,6	1	2,6	8,8	0	4	0	0	3	15,8	14,8	0,4	0,2
07	25,4	9,2	3	0	35,6	0	0	5,2	0	0	2,8	33	37,4	4,8
08	8,8	4,4	31,8	0	0	0	37,6	8,4	0	0	7,2	1,6	3,4	0,2
09	0	11	24,4	0	0	0	24,8	0	0	0	1,4	52,8	0	0
10	0	7	0	25,8	0	0,6	8,8	0	0	32,6	4,6	23,2	48	0
11	1,2	8	7,2	14	0	17,8	0	0	5	0,2	12,2	7,4	10,4	5,4
12	1,8	0,6	25,6	2,4	1,2	23	0	0	19,8	0,2	0,2	5	3,2	14,8
13	14	0,4	4	2,8	0,6	0	0	0	31,4	52,2	23,2	0	0	0,2
14	16,6	13,6	80,4	28,2	0,2	0	0	0	33,2	2,2	0,8	0,2	0	1,2
15	7,8	10,8	0	0,8	2	0	11,6	0	0,2	1	18,8	0	0	0,2
16	57	1,8	0,4	0	0,2	0	21,4	0	0	0,2	1,4	2	63	0
17	0,4	0	1,2	22	0	0	2	0	0	17,8	6,2	29	7	0
18	4,8	3,8	1	8	1,2	0	2,2	0	0,4	8,2	0,2	3,6	1,6	16,8
19	1,2	27,2	16,2	2,4	0,6	0	49,6	0	0	7,2	0,6	9,4	20,2	1,2
20	0,2	1,6	6	15,6	8,4	0	33,4	0	0	0,2	1,2	30,6	5,8	0
21	0	0,2	3,6	11,4	3,2	0	11,2	1	0	2,4	0,8	30	7	0
22	0	6,4	5	0,6	1,2	0	7	3,2	0	1	0	12,6	1,4	66,4
23	9,8	3	2	3,6	1,2	0	2,8	0	1	0,4	0	51,2	0,6	6
24	55,8	3	0,2	44,6	11	0	0	4,6	0	1,6	0	6,6	1,6	0,8
25	86,8	0	0	2,6	18,4	0	0	0	1	36,2	6,6	0	20	24,8
26	2	2,6	0,2	0,6	0,2	0	0	13,6	1,2	6,6	41,2	0	3	0,2
27	0	21,4	0	0	0	0	0	8,2	0,2	0	28,4	0	5,4	0
28	33,4	11,8	10,4	0,6	0	0	0	4,6	0	0	21,2	0,8	4,2	0
29	53,8	14,6	0,2	0,2	0	0	0	0,4	0,8	0	0,6	0	13,8	-
30	2	-	0	0	28	0	0	0	5,4	0	7	0,2	3,8	-
31	1	-	0	-	16,4	-	0	0	-	8,8	-	14,8	7,8	-
Soma	411,4	333	247,8	200	173,6	44	222,2	49,2	101	191,6	216,2	414,2	345,8	168,8

APÊNDICE 2 - TEMPERATURA MÉDIA DIÁRIA, EXPRESSA EM °C, REGISTRADA NO MUNICÍPIO DE ANTONINA (PR), DE JANEIRO DE 2004 A JANEIRO DE 2005

Data	Meses													
	2004												2005	
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev
01	19,3	26,2	23,1	22,9	19,7	18,7	21,3	16	20,6	17,5	19,4	19,6	24,6	24,3
02	19,4	24,8	25,7	24,9	21,5	17,6	24,6	17,1	22,1	19,3	21,3	20	25	23,3
03	20,5	26,3	24,7	22,9	22,1	17,3	21,5	18,9	18,9	20,4	25,4	20,6	23,9	22,4
04	20,1	28,1	21	23,3	20,7	16,1	18,3	19,5	19,2	20,9	25,1	24,7	23	21,3
05	23,4	26,2	21,5	24,1	21,2	15,5	16,5	19,4	20,8	17	26,8	23,9	24	21,3
06	23,3	21,5	23,8	23,2	19,9	11,6	15,8	18,1	20,7	15,6	21,5	24,8	26	21,2
07	22,6	21,4	24,6	24,9	19	16	16,5	16,2	21,6	15,4	16,6	22,7	25,4	20,4
08	23,3	22	25,3	24,7	17	14,7	18,5	10,7	21,9	17,5	18,1	25,7	26,5	21,6
09	24,1	20,7	24,4	24,6	17,6	17	15,6	13,2	20,6	20,9	19,7	21,1	28,3	22,7
10	25,1	22	25,2	22,6	17,4	18,4	15,8	14,9	20,5	17,7	22,6	19,8	26,5	23,2
11	25,1	22,3	22	21,3	18,3	20,3	11,8	15,7	17,4	20,9	22,9	18,3	23,2	23,5
12	24,1	23	20,8	23,2	17,8	15,6	12,1	15,3	14,6	20	22,7	20,6	23,9	22,8
13	22,5	25	21,9	24	19,1	9,6	17	15,8	17,2	20,2	18	23,2	24,4	23
14	24	22,9	21,6	22,4	20,9	11,2	21,7	16,4	18,2	19,7	19,2	23,4	24,7	24,4
15	23,9	24	24,3	23,6	16,5	15	19,9	18	18,1	19,9	19	23,9	26,4	24
16	23,7	23,2	23,4	25,1	13,6	15,8	16,2	18,7	18,7	22,9	21,3	26,2	21,5	24,7
17	22,8	25	22,9	24,9	14,8	17,4	13,4	17,9	18,5	22,1	23,1	21,8	19,5	26,2
18	22,8	24,9	22,6	22,9	16,4	16,8	12,4	18,9	20,3	20,4	23,1	21,5	22,4	25,6
19	22,9	23	23,9	22	20,1	18,8	13,4	19,1	21,3	19,7	22,7	24,8	21,5	24,1
20	22,9	21,2	21	20,1	20,9	20,1	14,9	20,5	21,7	17,2	20,2	24,3	22,6	25,5
21	23	22,7	21,3	20,8	19,8	18,3	14,8	20,9	22,7	16,7	19,3	19,6	22,3	25,5
22	24,1	21,4	20,7	23,7	18,3	19,1	14,5	17,8	24,5	19,1	21,7	17,7	23,1	25,8
23	23,3	22,3	21,5	21,5	19,3	20,6	14,4	17,5	19,6	21,6	22,4	18,2	26,3	24,3
24	23,2	23,3	21,1	21,3	19,2	16,2	15,3	16,3	21,6	21,6	24,1	21,6	25,9	26,1
25	22	23,4	21,7	17,7	20,6	18,7	16,6	18,7	20,8	19,6	24,9	24,5	23,2	24,6
26	22,3	24,2	21,9	18,6	13,5	20,5	17,4	18,3	23,6	18,7	23,2	23	21,2	24,3
27	25,1	22,4	22,4	18,8	15,5	19,3	17,4	15,4	23,6	21,1	23,2	25	19,9	26,8
28	23,1	23,1	22,4	19,7	17,3	19	16,9	19,8	22,1	17,9	21,9	23,2	20,8	27,5
29	25,2	23,4	21,7	20,4	18,7	21	16,7	19,3	18,7	18,9	22,4	25	22,6	-
30	25,1	-	22,9	20,8	19	21,3	16,9	19,2	15,3	22,4	21,3	26	22,9	-
31	25,2	-	23,1	-	18,7	-	17,2	18,2	-	20,7	-	26,4	24,5	-
Média	23,1	23,4	22,7	22,4	18,5	17,3	16,6	17,5	20,2	19,5	21,8	22,6	23,7	23,9