

**MAURICIO VICENTE ALVES**

**FAUNA DO SOLO INFLUENCIADA PELO USO DE FERTILIZANTES  
MINERAIS E DEJETOS SUÍNOS NA SUCESSÃO AVEIA MILHO, SOB  
SEMEADURA DIRETA.**

**LAGES – SC**

**2007**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS**  
**MESTRADO EM CIÊNCIA DO SOLO**

**MAURICIO VICENTE ALVES**

**FAUNA DO SOLO INFLUENCIADA PELO USO DE FERTILIZANTES  
MINERAIS E DEJETOS SUÍNOS NA SUCESSÃO AVEIA MILHO, SOB  
SEMEADURA DIRETA.**

**Dissertação apresentada como requisito parcial  
para obtenção do título de mestre no Curso de  
Pós-Graduação em Ciência do Solo da  
Universidade do Estado de Santa Catarina –  
UDESC.**

**Orientador: Prof. Dr. Julio Cesar Pires Santos**

**LAGES – SC**

**2007**

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária  
Renata Weingärtner Rosa – CRB 228/14ª Região  
(Biblioteca Setorial do CAV/UDESC)

*Alves, Mauricio Vicente.*

Fauna do solo influenciada pelo uso de fertilizantes  
minerais e dejetos suínos na sucessão aveia milho, sob  
semeadura direta / Mauricio Vicente Alves.– Lages, 2007.  
46 p.

Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências  
Agroveterinárias / UDESC.

1.Esterco suíno. 2.Fauna edáfica. 3. Adubação Mineral.  
I.Título.

**MAURICIO VICENTE ALVES**

Graduado em Agronomia – CAV/UDESC - Lages-SC

**FAUNA DO SOLO INFLUENCIADA PELO USO DE  
FERTILIZANTES MINERAIS E DEJETOS SUÍNOS NA SUCESSÃO  
AVEIA MILHO, SOB SEMEADURA DIRETA.**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, para obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo.

Aprovado em: 15/02/2007  
Pela banca examinadora

Homologado em:  
Por

---

Prof. Dr. Julio Cesar Pires Santos  
UDESC/CAV

---

Dr. Osmar Klauberg Filho  
Coordenador Técnico do Curso de Mestrado em  
Ciência do Solo - Coordenador do Programa de  
Mestrado em Agronomia.

---

Dr<sup>a</sup>. Carla Maria Pandolfo  
EPAGRI - SC

---

Prof. Dr. Álvaro Luiz Mafra  
UDESC/CAV

---

Dr. Adil Knackfuss Vaz  
Diretor Geral do Centro de Ciências  
Agroveterinárias – UDESC/Lages-SC

---

Prof. Dr. Luciano Colpo Gatiboni  
UDESC/CEO

**Lages, Santa Catarina  
15 de Fevereiro de 2007**

**Aos meus pais, Albary Arruda Alves e**

**Salette Mari Casagrande Alves,**

**Dedico.**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela vida e saúde.

Aos meus pais, Albary A. Alves e Salete M. C. Alves por tanto amor e carinho em todas as horas e pela dedicação e confiança a mim creditados.

À minha namorada e Jerusa Schneider, pelo amor, carinho, paciência e compreensão nas desavenças.

À minha irmã e cunhado pelo companheirismo e conselhos nas horas certas.

Ao meu orientador Dr. Julio Cesar Pcires Santos, pela paciência, dedicação, transferência do seu conhecimento, apoio e aconselhamento nas horas difíceis.

Aos professores do mestrado que contribuíram para a minha formação profissional, Osmar Klauberg Filho, Álvaro Luiz Mafra, Jaime Antonio de Almeida, Paulo Roberto Ernani, Ildegardis Bertol, Jackson Adriano Albuquerque, Paulo Cezar Cassol, Cleimon Dias, João Fert Neto e Jéfferson Coimbra, pela ajuda e boa formação que a mim foi concebida.

A todos os professores dos programas de Mestrado em Ciência do Solo e Produção Vegetal.

Aos professores, Luciano Colpo Gatiboni, Álvaro Luiz Mafra e a doutora Carla Maria Pandolfo, por aceitarem participar da banca.

As colegas de mestrado, Aline, Cedinara, Cezar, Claudinei, Daniele, Denice, Diego, Elen, Elaine, Fabrício, Guilherme, Gilvane, Henrique, Isabel, James, Jaqueline, João, Jone, Lisiane, Michele, Priscila, Rodrigo, Tatiana(s), Wilson, pela amizade e companheirismo.

A todos os membros da comissão organizadora do I – SEPOSCA, pela ajuda, dedicação e esforço.

Ao amigo e colega Leandro Biffi, pelo georeferenciamento da área experimental.

Aos funcionários, Fernando Ramos, Claudia Ramos, Gilberto Luiz Françosi, Fernando Canela, Rosires, Jane, Alcir, Fátima, Germano (Pipoca), Paulo, Gustavo, Antonio, Vitor, Kassiano, Daniel, Luciano, Marcio, Mario, Mauricio, Carlão, Rogério, e demais, pela ajuda direta ou indireta nestes dois anos de estudo e pesquisa.

Aos bolsistas de iniciação científica, em especial Deisi T. Góis, Janaina V. Alberton, Denis Goss, Alexandre Manfroi, Vitor Vargas e Adilson, meu muito obrigado.

Ao agricultor Celso Rettore pela cedência da área e empréstimos dos equipamentos para instalação e manutenção do experimento e ao Prof. Paulo Cezar Cassol pelo empréstimo da área experimental.

A UDESC pela oportunidade que tive de estudar nesta grande universidade do nosso estado.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos, o que me possibilitou a permanência em Lages.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para que eu pudesse chegar onde estou hoje.

Muito Obrigado!

## RESUMO

**Autor:** Mauricio Vicente Alves

**Orientador:** Prof. Dr. Julio Cesar Pires Santos

O presente estudo objetivou avaliar o efeito da adição de doses crescentes de dejetos suínos, adubação combinada dejetos + mineral e adubação mineral, observando o efeito de diferentes coberturas e sazonalidades sobre a população, diversidade e riqueza da fauna edáfica. O estudo foi realizado no município de Campos Novos – SC, sob um Latossolo Vermelho Distroférico onde anualmente são cultivados, em sucessão, milho (*Zea mays*) no período estival e aveia (*Avena sativa*) no período hibernar, em sistema de semeadura direta. Os tratamentos testados foram; Testemunha (TT); Adubação mineral (AM); Adubação dejetos + mineral (AOM), Adubação orgânica na dose 3 t ha<sup>-1</sup> de dejetos suínos (base seca) (AO3); Adubação orgânica na dose 6 t ha<sup>-1</sup> (AO6); Adubação orgânica na dose 12 t ha<sup>-1</sup> (AO12). As amostragens da macro e mesofauna edáfica foram realizadas em três épocas, sendo a primeira em 05/05/2005, a segunda em 09/09/2005 e a terceira em 23/01/2006. A macrofauna edáfica foi avaliada utilizando-se um amostrador constituído por cilindro com 17 cm de diâmetro, coletando-se os 10 cm superficiais do solo e organismos maiores que 2mm separados pelo método da catação manual conforme BARETTA (2003). A mesofauna edáfica foi coletada nos 5 cm superficiais do solo, após os organismos da mesofauna (menor que 2 mm) foram extraídos através do funil de Berlese. A abundância dos grupos de organismos foi avaliada por meio dos índices de Shannon, Simpson e Pielou, além de Riqueza de ordens, organismos por metro quadrado e análise multivariada de agrupamento. De forma geral observamos que a frequência relativa das ordens foi afetada pela adição do dejetos suínos. A Ordem Oligochaeta foi influenciada pela adição de fertilizante mineral. Os melhores índices ecológicos do solo foram encontrados no tratamento AOM. A diversidade e a densidade da fauna edáfica foi influenciada pelas diferentes dosagens do dejetos e a adubação mineral. A macrofauna foi beneficiada pela adição da adubação dejetos + mineral, demonstrando melhora nos seus índices ecológicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Esterco suíno, fauna edáfica, adubação orgânica mineral, descarte de dejetos.

# SOIL FAUNA INFLUENCED BY THE USE OF MINERAL FERTILIZERS AND PIG SLURRY IN THE SUCCESSION OATS/CORN, UNDER NO-TILLAGE.

## ABSTRACT

**Author:** Mauricio Vicente Alves

**Adviser:** Prof. Dr. Julio César Pires Santos

The present study aimed to evaluate the effect of the addition of growing doses of pig slurry, organo mineral fertilization and mineral fertilization, on the diversity and richness of the edafic fauna. The study was carried out at Campos Novos, Santa Catarina State, South Brazil, in a dystroferric red latosol where annually corn (*Zea mays*), in the summer, and oats (*Avena sativa*), in the winter, are cultivated in succession in system of direct sowing. The tested treatments were: Control (TT); mineral fertilization (AM); organo mineral fertilization (AOM), organic fertilization in the rate of 3 t ha<sup>-1</sup> of pig slurry (dry base) (AO3); organic fertilization in the rate of 6 t ha<sup>-1</sup> (AO6); organic fertilization in the rate of 12 t ha<sup>-1</sup> (AO12). The samplings of edafic macro and mesofauna were realized in January 2005, September 2005, and January 2006. The edafic macrofauna was evaluated by using a sampler constituted by a cylinder with 17 cm of diameter. 10 cm and 5 cm of superficial soil were collected for the edafic macrofauna and mesofauna respectively. Later, the mesofauna organisms (smaller than 2 mm) were extracted through the funnel of Berlese. The diversity of organisms groups was evaluated through the indexes of Shannon, Simpson and Pielou, besides richness of orders, organisms for square meter and multivariate clustering analysis. In a general way was observed that the relative frequency of the orders was affected by the addition of pig slurry. The Oligochaeta order was influenced by the addition of mineral fertilizer. The largest ecological soil indexes were found in the treatment AOM. The diversity and density of the edafic fauna was influenced by the different rates of pig slurry and mineral fertilizer. The macrofauna was benefitted by the addition of the organo mineral fertilizer, showing a great recover in its ecological indexes.

**KEY - WORDS:** swine manure, edafic fauna, mineral fertilization, discard of dejections.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Valores de pH em água, teores de nutrientes e matéria seca, observados no dejetos suíno. Valores em base seca – Campos Novos (SC), safra 2005/2006..... 10
- Tabela 2.** Teor de umidade do solo ( $\text{dag kg}^{-1}$ ) na profundidade de 0 a 10 cm nos seis tratamentos. Campos Novos (SC), em setembro de 2005 e janeiro de 2006..... 11
- Tabela 3.** Características químicas do solo na profundidade de 0 a 10 cm nos tratamentos estudados. Campos Novos (SC), no ano e 2006..... 12
- Tabela 4.** Rendimento de grãos de milho, nos tratamentos estudados, Campos Novos (SC), safras 2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006..... 12
- Tabela 5.** Frequência relativa das principais ordens da macrofauna em cada um dos tratamentos por amostragem. Valores em porcentagem. Campos Novos – SC, 2005/2006..... 18
- Tabela 6.** Frequência relativa de cada ordem da macrofauna nos tratamentos por amostragem. Valores em porcentagem. Campos Novos – SC, 2005/2006..... 19
- Tabela 7.** Índices de diversidade de Shannon (H), dominância de Simpson (Is), uniformidade de Pielou (*e*), Riqueza de ordens (total de ordens) e densidade ( $\text{Organismos m}^{-2}$ ), da macrofauna edáfica nos tratamentos estudados. Campos Novos -SC, 2005/2006. Média de seis repetições em cada época de amostragem. 25
- Tabela 8.** Frequência relativa das principais ordens da mesofauna em cada um dos tratamentos, nas três amostragens, valores em porcentagem, Campos Novos – SC, 2005/2006..... 29
- Tabela 9.** Frequência relativa de cada ordem da mesofauna edáfica nos tratamentos, nas três amostragens, valores em porcentagem, Campos Novos – SC, 2005/2006.... 30

<b>Tabela 10.</b> Riqueza de ordens (total e ordens encontradas), índices de diversidade de Shannon (H), dominância de Simpson (Is), uniformidade de Pielou ( <i>e</i> ), e Densidade (Organismos m <sup>-2</sup> ), da mesofauna edáfica nos seis tratamentos estudados. Campos Novos - SC, 2005/2006. Média de seis repetições em cada época de amostragem.....	36
---	----

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Extrator de Berlese adaptado por Barzotto (2005)..... 11
- Figura 2.** Variação sazonal da macrofauna do solo nas três amostragens. Campos Novos, SC, 2005/2006..... 21
- Figura 3.** Variação sazonal da macrofauna do solo nas três amostragens. Campos Novos, SC, 2005/2006..... 22
- Figura 4.** Dendrograma apresentando as distâncias de ligação entre os tratamentos, através do número de organismos por m<sup>2</sup> da macrofauna edáfica, valores médios de três amostragens. Campos Novos, SC, 2005/2006. TT: testemunha; AM: adubação mineral; AOM: adubação dejetos + mineral; AO3: adubação orgânica com 3 t.ha<sup>-1</sup>; AO6: adubação orgânica com 6 t.ha<sup>-1</sup>; AO12: adubação orgânica com 12 t.ha<sup>-1</sup>..... 26
- Figura 5.** Variação sazonal da mesofauna do solo, nas três amostragens. Média de 6 repetições por amostragem. Campos Novos, SC, 2005/2006..... 32
- Figura 6.** Variação sazonal da mesofauna do solo, nas três amostragens. Média de seis repetições por amostragem. Campos Novos, SC, 2005/2006..... 33
- Figura 7.** Dendrograma apresentando as distâncias de ligação entre os tratamentos, através do número de organismos por m<sup>2</sup> da mesofauna edáfica, valores médios das três amostragens. Campos Novos, SC, 2005/2006. TT: testemunha; AM: adubação mineral; AOM: adubação dejetos + mineral; AO3: adubação orgânica com 3 t.ha<sup>-1</sup>; AO6: adubação orgânica com 6 t.ha<sup>-1</sup>; AO12: adubação orgânica com 12 t.ha<sup>-1</sup>... 37

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
2.1. Produção de suínos e o poder poluente dos seus dejetos.....	3
2.2. Uso do dejetos suíno na agricultura. ....	5
2.3. Fauna edáfica e a aplicação de dejetos líquidos de suínos no solo.....	6
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>9</b>
3.1. Área experimental e Tratamentos .....	9
3.2. Amostragem da Fauna Edáfica.....	10
3.3. Análise dos dados. ....	12
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO. ....</b>	<b>14</b>
4.1. Macrofauna edáfica .....	14
4.1.1.Frequência relativa dos principais grupos da macrofauna edáfica. ....	14
4.1.2.Comportamento sazonal da macrofauna edáfica. ....	20
4.1.3.Índices ecológicos da macrofauna edáfica. ....	23
4.1.4.Análise de agrupamento para macrofauna edáfica .....	26
4.2. Mesofauna Edáfica .....	27
4.2.1.Frequência relativa dos principais grupos da mesofauna edáfica.....	27
4.2.2.Comportamento sazonal da mesofauna edáfica.....	31
4.2.3.Índices ecológicos da mesofauna edáfica. ....	34
4.2.4.Análise de agrupamento para mesofauna edáfica.....	36
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>38</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>39</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>40</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A atividade agropecuária no Brasil teve um grande crescimento a partir da década de 1970, notadamente nas culturas de grãos como a soja, sendo considerada hoje a base da economia nacional. Esta grande expansão da produção de grãos levou a uma queda na pecuária extensiva, fazendo com que os produtores de gado e, principalmente de suínos, mudassem o sistema de produção extensivo para o intensivo, criando animais em confinamentos e aumentando o número de animais por área. A criação de suínos para fins alimentícios no Brasil vem crescendo a cada ano, com um número de carcaças abatidas entre janeiro a setembro de 2006 de 18.565.448 e um peso total de 1.699.982.983 kg, ficando em terceiro lugar nacional na produção de carnes, perdendo para bovinos e aves (IBGE, 2006). Em Santa Catarina, a principal atividade que envolve o problema de dejetos é a suinocultura, a qual se destaca na economia brasileira, gerando emprego e renda para cerca de 2 milhões de propriedades rurais. Este setor fatura mais de R\$ 12 bilhões por ano (IBGE, 2006)

.O aumento da produção e concentração de suínos por área levou o produtor, inicialmente, a usar o solo e cursos d' água como locais de descarte. Ambas alternativas são de alto impacto poluente. O lançamento indiscriminado de dejetos não tratados em rios, lagos e no solo pode provocar doenças tais como: verminoses, alergias, hepatites, hipertensão, câncer de estômago e esôfago. Além disso, traz desconforto à população pela proliferação de moscas, borrachudos e mau cheiro e, ainda, provoca a degradação do meio ambiente pela morte de peixes, animais e eutrofização dos recursos de água. Quando aplicados em altas doses no solo, podem ser tóxicos às plantas e à biota edáfica, pelo acúmulo de alguns nutrientes e/ou metais pesados. Dessa forma, constitui-se um risco para a sustentabilidade e expansão da suinocultura como atividade econômica se ao dejetos não for dado um fim adequado.

Os dejetos originados da pecuária contêm diferentes proporções de nutrientes que podem ser essenciais e/ou tóxicos às plantas. Em alguns casos, como o do dejetos suíno, podem ser utilizados como fertilizante orgânico. Quando utilizados na dosagem adequada podem melhorar as características físicas, biológicas e químicas do solo, promovendo assim equilíbrio ecológico pelo aproveitamento na agricultura, sem poluição ao ambiente.

A adição de dejetos suínos em sistemas agrícolas pode influenciar a biologia do solo, principalmente pelo fornecimento de alimento para os organismos (FRASER, 1994). Desta forma, o aproveitamento do dejetos de suíno produzido em grande quantidade na região oeste do estado de Santa Catarina pode provocar alterações biológicas no solo, o que ainda é pouco conhecido (BARETTA et al., 2003). A macrofauna edáfica é importante na ciclagem de nutrientes, acelerando a decomposição da matéria orgânica, resíduos vegetais e serrapilheira, também podem redistribuir alguns nutrientes no solo, facilitando a absorção pelas plantas (BROWN et al., 1998). A diminuição de minhocas no solo pode estar relacionada com a degradação do solo (aumento da compactação, saturação de alumínio, redução na quantidade de carbono, toxidez por excesso de adição de fertilizantes minerais e/ou orgânicos e queda biomassa herbácea). Esta perda de uma espécie de minhoca pode resultar em um decréscimo no funcionamento do ecossistema (DECAËNS et al., 1999), causando desequilíbrio ecológico local.

O homem pode intervir na transformação do ecossistema, e portanto, também na fauna edáfica, seja pela adição de adubos orgânicos, minerais ou mesmo pelos diferentes tipos de manejo do solo. Alguns sistemas de uso do solo, como o plantio direto, podem favorecer a fauna (LANGAN & SHAW 2006, TANCK et al., 2000), mas a utilização inadequada de produtos agrícolas como herbicidas, inseticidas, fertilizantes minerais e/ou orgânicos pode ser prejudicial (LEROY et al., 2006).

Diante deste contexto elaboramos as seguintes hipóteses: A diversidade e a densidade da fauna edáfica são influenciadas pelas diferentes formas de adubação. As diferentes coberturas do solo e épocas de coleta afetam a população da fauna edáfica.

Com o seguinte objetivo: Avaliar o efeito da adição de doses crescentes de dejetos suínos, adubação dejetos + mineral, adubação mineral, e sazonalidade sobre a população, diversidade e riqueza da fauna edáfica.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Produção de suínos e o poder poluente dos seus dejetos.**

Na produção mundial de carnes, a de suínos representa a maior parcela do total, com 42 %, contra 32% de frango e 26% de bovino (FAO, 2006). No Brasil a criação de suínos vem crescendo a cada ano, sendo uma das maiores e mais importantes cadeias produtivas da indústria alimentar no Brasil. O plantel é avaliado em cerca de 36,5 milhões de cabeças, responsável por negócios da ordem de 358 milhões de dólares (GARTNER & GAMA, 2005), e uma exportação anual de carne de 625.000 toneladas, gerando um volume de U\$ 1.627.000.000,00 (SECEX, 2006). Quanto à distribuição do abate de suínos observa-se que a região Sul concentra 70,2% do abate, a Sudeste 16,9%, a Centro-Oeste, 11,0%, a Nordeste, 1,9% e a Norte 0,1%. Santa Catarina é o estado maior produtor suíno no país com 28,3% do abate nacional, em seguida Rio Grande do Sul com 26,8%, Paraná com 15,7% e Minas Gerais com 10,0% (IBGE, 2006). O estado de Santa Catarina possuiu um rebanho de 5,6 milhões de cabeças, das quais 86% estão concentrados em uma área de 30.000 km<sup>2</sup>, abrangendo 60 municípios no oeste catarinense (IBGE, 2006). Nesta região ocorrem a maior concentração de pocilgas, frigoríficos e os maiores problemas de contaminação dos mananciais e solo.

O grande problema da suinocultura mundial é o destino que se deve dar à exorbitante quantidade de dejetos produzidos pela atividade. Cerca de 850 milhões de suínos são criados por ano intensivamente em diversos países e produzem aproximadamente 300 milhões de toneladas de dejetos (IBGE, 2006). A atividade produz 57% do total de poluição gerada por todas as criações zootécnicas, com o agravante de que o poder poluente do dejetos suíno é equivalente ao de 3,5 pessoas (DIESEL et al., 2002). Outro problema é o mau cheiro liberado pelos dejetos, Belli Filho & Lisboa (1998) identificaram mais de 200 compostos responsáveis

pelos maus odores nos dejetos suínos entre eles, aminas, mercaptanos, aldeídos, cetonas, ácidos graxos voláteis, fenóis, álcoois, éter e hidrocarbonetos aromáticos. Estes odores são de natureza volátil, se dispersam facilmente a grandes distâncias e também se fixam sobre a poeira do ambiente, lã, cabelos e borracha (HEALY, 1996).

Essa grande produção de animais é responsável por um grande volume de esterco, que muitas vezes é apontado como uma das principais fontes de poluição dos mananciais, podendo os mesmos ser lixiviados através da água das chuvas, irrigação ou mesmo pela grande quantidade de água, que é aplicada junto com o dejetos, podendo levar à uma contaminação do lençol freático e do solo (BURTON, 1996). A grande produção de dejetos nos confinamentos deixa como principal alternativa ao produtor o descarte destes no solo como fertilizante orgânico. Alguns estabelecimentos que possuem produção de suínos em grande escala não tem a produção de grãos como parte de suas atividades, assim não possuem áreas, adequadas para a aplicação do dejetos na forma de fertilizante (MINER, 1999).

No Brasil um grande volume de dejetos suíno é produzido diariamente e, na grande maioria, é despejado clandestinamente em cursos d'água, resultando em poluição dos recursos água e solo. (BURTON, 1997), gerando problemas sérios a médio e longo prazo, poluindo o lençol freático, contaminando assim os mananciais e, consecutivamente, colocando em risco a água que bebemos (HALME et al., 1996; DIESEL et al., 2002). Como as criações intensivas são estabelecidas concentradamente em micro-regiões, a continuada e grande adoção do dejetos nos rios, inevitavelmente traz transtornos ao equilíbrio ecológico da vida aquática. A demasiada descarga do dejetos na água aumenta a demanda bioquímica de oxigênio, que provoca crescimento acentuado de algas e morte de organismos por anoxia. Esta proliferação excessiva impede a entrada de luz na massa d'água e produz excessivamente toxinas que tornam o meio aquático inóspito.

Uma outra forma de dar destino ao dejetos suíno é usando-o como fertilizante orgânico na forma de fonte de nutrientes as plantas. A questão é que mesmo todas as áreas cultivadas atualmente não seriam suficientes para receber tal quantidade deste fertilizante orgânico. Dependendo de como o dejetos é utilizado no solo, corre-se o risco de contaminar o lençol freático por lixiviação e escoamento superficial, incorporando aos cursos de água quantidades excessivas de fosfatos, amônia, nitratos, além de disseminar patógenos e outros elementos tóxicos (DIESEL et al., 2002). Na região oeste isso é agravante, pois há alta concentração de animais e poucas áreas agricultáveis ou ideais para receber o dejetos em grandes quantidades (SEIFFERT & PERDOMO, 1998).

Diante dessa situação, a sociedade começa a manifestar o seu descontentamento pelas conseqüências da poluição causada por dejetos animais e o poder judiciário se organiza para cobrar dos criadores e do poder executivo as ações corretivas necessárias.

## **2.2. Uso do dejetos suíno na agricultura.**

O sistema intensivo de criação de suíno confinado origina grandes quantidades de dejetos, os quais necessitam um destino adequado. Dentre as alternativas possíveis, aquela de maior receptividade pelos agricultores tem sido a utilização como fertilizante. Resultados de pesquisa de Scherer et al. (1996) indicam que o dejetos suínos, quando utilizado de forma equilibrada, constitui um fertilizante capaz de substituir com vantagem parcialmente ou totalmente a adubação mineral das culturas. A reciclagem do dejetos como fertilizante na propriedade mostrou-se economicamente viável, desde que apresente no mínimo 5 kg de nutrientes por metro volumétrico, o que só ocorre quando o esterco apresenta uma densidade mínima de  $1012 \text{ kg/m}^3$  (DIESEL et al., 2002).

O dejetos suíno é formado de fezes e perdas sólidas na razão média de  $2,35 \text{ kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ . Com urina, a quantidade eleva-se para  $5,80 \text{ kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  e, quando se agrega a água desperdiçada nas instalações com lavagens e vazamentos em bebedouros, a vazão média chega a  $8,60 \text{ kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ . Este grande volume e a composição do dejetos produzido dificultam o transporte e o torna muitas vezes economicamente inviável, fazendo com que os produtores rurais o apliquem somente nas redondezas das propriedades. A redução do volume e a utilização adequada dos dejetos podem torná-lo um bom fertilizante orgânico, melhorando as condições químicas (ERNANI & GIANELLO, 1984), físicas (SEGANFREDO, 1998) e biológicas (BARRETA et al., 2003) do solo, aumentando a produtividade agrícola (SEDIYAMA et al., 2000) e diminuindo o impacto ambiental (MOREIRA, 2004).

A utilização do dejetos na agricultura pode consistir em um sistema auto-sustentável, ou seja, que possa ser produtivo, lucrativo e sem danos ao ambiente. Para isso é necessário que as quantidades de nutrientes requeridas pelas plantas sejam iguais as aplicadas (SEGANFREDO, 1998). Se as quantidades forem menores, haverá queda na produtividade, e por conseqüência, perda de lucratividade, podendo inviabilizar o sistema. Mas se as quantidades forem maiores, poderá ocorrer acúmulo de nutrientes no solo (BURTON, 1996), resultados que em médio e longo prazo causam inconvenientes, como por exemplo a intoxicação da cultura por excesso de nutrientes ou contaminação dos lençóis freáticos por

lixiviação. Também pode favorecer a emissão de  $N_2O$ , contribuindo para o efeito estufa, por estimular tanto a nitrificação como a desnitrificação (GIACOMINI et al., 2006). Os dejetos suínos apresentam de 40 a 60% do N na forma de  $NH_4^+$  (SCHERER et al., 1996), o qual pode ser rapidamente nitrificado no solo, tanto no sistema convencional, quando os dejetos são incorporados ao solo (MORVAN, 1999), quanto no plantio direto, quando são aplicados na superfície (ALMEIDA, 2000).

Os benefícios dos dejetos nos solos estão associados principalmente ao teor de nutrientes encontrados no dejetos, geralmente relevantes para, nitrogênio, cobre e potássio (CASSOL, 1999). Vários benefícios podem decorrer da adição do dejetos no solo, como por exemplo a elevação do pH, e diminuição do teor de Al (CASSOL et al., 2005). Por outro lado, a aplicação do dejetos pode ocasionar ligeiros decréscimos nos teores de cálcio no solo (OLIVEIRA & PARIZOTTO, 1994).

### **2.3. Fauna edáfica e a aplicação de dejetos líquidos de suínos no solo**

A adição de resíduos orgânicos em sistemas de cultivo é um fator que influencia a biologia do solo, principalmente pelo fornecimento de alimento para os organismos (FRASER, 1994) e modificações na temperatura e cobertura do solo. Desta forma, o aproveitamento dos dejetos como fertilizante, produzidos em grande quantidade na região oeste do estado de Santa Catarina, pode provocar alterações biológicas no solo, o que ainda é pouco conhecido (BARETTA et al., 2003). O dejetos suíno tem recebido considerável atenção da pesquisa agrícola, em função do alto risco de contaminação dos mananciais hídricos (SCHERER & CASTILHOS, 1994).

Em se tratando de biologia do solo, o uso de dejetos suínos no solo funciona em princípio como o fornecimento de substrato à biota e, quando utilizado alta dosagem, esta prática pode ser tóxica a alguns organismos (LINDBERG, 2003), cita-se, exemplo, a elevada adição de nitrogênio pelo dejetos que pode ser tóxico a algumas espécies de Oligochaeta (EDWARDS & LOFTY, 1982). Assim a utilização inadequada do dejetos no solo pode causar sérios danos à biologia e às plantas nele cultivadas, podendo também poluir os cursos d'água e lençóis freáticos.

A macrofauna do solo tem um importante papel nos processos do ecossistema, no que se refere à ciclagem de nutrientes e estrutura do solo: fragmenta os resíduos de plantas, estimula a atividade microbiana, mistura partículas minerais e orgânicas, redistribui a matéria

orgânica e os microrganismos, promove humificação, cria bioporos e produz "pellets" fecais (HENDRIX et al., 1990). Conforme Wink et al., (2005), a estrutura das comunidades de formigas (Hymenoptera) é fundamental em estudos de impacto ambiental, por que elas operam na redistribuição das partículas, dos nutrientes e da matéria orgânica, melhorando assim a infiltração de água no solo, pela melhor porosidade e aeração (BRUYN, 1999).

As alterações na macrofauna edáfica podem ocorrer devido ao uso da terra, modificações no ambiente, preparo do solo e pela adição de matéria orgânica nos sistemas de cultivo (BARETTA et al., 2003). Assim, sistema de plantio e a adição de matéria orgânica provocam alterações químicas, físicas e biológicas no solo (ALVES et al., 2005) e tais modificações podem ter efeitos benéficos ou prejudiciais para a fauna epigeica. Alguns efeitos prejudiciais como a diminuição na quantidade de carbono, saturação por Al, ou aumento da compactação podem causar um decréscimo da biomassa fresca de indivíduos. Em alguns casos, a perda de uma espécie, como por exemplo as minhocas, podem resultar em perdas no funcionamento do ecossistema (DECAËNS et al., 1999).

O efeito do uso de diferentes formas de dejetos pode levar a resultados benéficos ou maléficos à fauna edáfica, variando conforme a composição do dejetos. Em trabalhos no oeste semi-árido da África, foram utilizados dejetos de gado, esterco de ovelha, palha de milho, palha de *Andropogon* e composto, sendo demonstrado que a palha de *Andropogon* e o dejetos de ovelha foram mais benéficos à fauna do que os demais tratamentos (OUÉDRAOGO et al., 2006). Assim, o estudo da variabilidade dos grupos funcionais presentes em áreas utilizadas pelo homem pode ajudar a compreender qual foi o impacto a partir da exclusão de um ou mais organismos edáficos (ANDERSEN, 1999).

Em se tratando da mesofauna do solo, quando é utilizada uma alta dosagem, esta pode ser tóxica a algumas espécies de organismos (LINDBERG, 2003), a aplicação de altas dosagens de dejetos suíno no solo pode resultar em uma elevada adição de nitrogênio que pode ser tóxico a alguns organismos família Enchytraeidae (EDWARDS & LOFTY, 1982) causando prejuízos à ecologia edáfica.

A mesofauna edáfica é constituída por organismos menores que 2mm (SWIFT et al., 1979), em sua maioria de ácaros (Classe Arachnida) e collembolos (Classe Collembola) (DUCATI, 2002). Os ácaros podem ser encontrados na matéria orgânica superficial do solo, em ninhos de aves, roedores, alimentos armazenados e em restos vegetais (ALVES et al., 2006) e animais na superfície do solo (PASCHOAL et al., 1992), sua população pode ser aumentada através da atividade humana, com a adição de produtos químicos, como por exemplo, fertilizantes nitrogenados, inseticidas, fazendo com que diminua assim os

predadores beneficiando a população de ácaros no solo (DUCATI, 2002). Os Collembola podem ser encontrados em maior quantidade nos sistemas de cultivo convencional (ALVES et al., 2006), em locais com colonização de fungos micorrizicos (SOUZA, 2003), e reflorestamentos de pinus (BARETTA, 2003), e sua população é influenciada pela qualidade e quantidade de cobertura do solo.

A aplicação de fertilizantes orgânicos e minerais pode ter um efeito positivo para a fauna de solo, pois ao promover uma maior biomassa vegetal promove também um retorno da matéria orgânica ao solo. A magnitude desse efeito depende diretamente da demanda de nutrientes das plantas cultivadas e da disponibilidade de nutrientes no solo. O uso de diferentes formas de esterco pode resultar em benefícios ou prejuízos à fauna edáfica, em função da composição do dejetos.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Área experimental e Tratamentos .

O estudo foi conduzido no município de Campos Novos – SC, a 51°21'48''W e 27°23'33''S, com altitude média de 908 metros. O solo do local é um Latossolo Vermelho Distroférico onde anualmente são cultivados em sucessão, milho (*Zea mays*) no período estival e aveia (*Avena sativa*) no período hibernal, em sistema de plantio direto.

Os tratamentos vêm sendo mantidos desde 2001 e estão descritos a seguir:

- 1) Testemunha (TT), não recebeu nenhum tipo de adubação;
- 2) Adubação mineral (AM), conforme a recomendação da CQFS-RS/SC (2004) .
- 3) Adubação dejetos+mineral (AOM), onde foram aplicados os dejetos suínos em dose de 1,5 t ha<sup>-1</sup> (base seca), que corresponde a 25 m<sup>3</sup>ha<sup>1</sup>, estimada para suprir toda a recomendação de fósforo, completando-se a dose de nitrogênio e potássio contida no dejetos com adubação mineral, até o valor da recomendação da CQFS-RS/SC (2004);
- 4) Adubação orgânica na dose 3 t ha<sup>-1</sup> de dejetos suíno (base seca), que correspondeu a 50 m<sup>3</sup>ha<sup>1</sup> de dejetos (AO3);
- 5) Adubação orgânica na dose 6 t ha<sup>-1</sup> de dejetos suíno (base seca), que correspondeu a 100 m<sup>3</sup>ha<sup>1</sup> de dejetos (AO6);
- 6) Adubação orgânica na dose 12 t ha<sup>-1</sup> de dejetos suíno (base seca), que correspondeu a 200 m<sup>3</sup>ha<sup>1</sup> de dejetos (AO12).

O dejetos suíno foi aplicado no dia da semeadura do milho, logo após o plantio, e o fertilizante mineral junto na semeadura. Foram espalhados na superfície do solo, determinando-se a dose do dejetos pela medida da vazão do distribuidor num período de tempo determinado. No tratamento AM aplicou-se doses de 140 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (40 kg ha<sup>-1</sup> aplicados na base e 100 kg ha<sup>-1</sup> em cobertura), 70 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo e 100 kg ha<sup>-1</sup> de potássio.

No tratamento AOM, a complementação da dose de potássio com fertilizante mineral foi feita utilizando-se cloreto de potássio na dose de 70 kg ha<sup>-1</sup> de K. O nitrogênio foi complementado em cobertura na dose de 45 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia. O dejetto de suíno foi proveniente de pocilga com animais em fase de terminação de uma granja que adota o sistema de confinamento com limpeza intermitente das instalações. O dejetto permaneceu armazenado em esterqueira a céu aberto por aproximadamente 40 dias antes da aplicação e apresentou características relacionadas na tabela 1.

**Tabela 1.** Valores de pH em água, teores de nutrientes e matéria seca, observados no dejetto suíno. Valores em base seca – Campos Novos (SC), safra 2005/2006.

	pH	K	P	Ca	Mg	N	MS <sup>1</sup>	Cu	Zn
				g kg <sup>-1</sup>			mg kg <sup>-1</sup>		
<b>Dejeto</b>	7,8	20	27	18	0,9	32	56	8,8	32

<sup>1</sup>Matéria seca.

### 3.2. Amostragem da Fauna Edáfica.

As amostragens da fauna do solo foram realizadas em três épocas, sendo a primeira em 05/05/2005, um mês após a colheita do milho, sob os restos culturais da cultura do milho; a segunda em 09/09/2005, sob a cobertura de aveia, no estágio de emborrachamento; e a terceira foi 23/01/2006, quando a cultura do milho estava no estágio de enchimento de grãos.

Os organismos edáficos foram classificados em macro e mesofauna, de acordo com o tamanho, conforme Swift et al.(1979). A macrofauna edáfica foi amostrada utilizando um coletor, constituído por cilindro com 17 cm de diâmetro, retirando os 10 cm superficiais do solo, para posterior catação manual dos organismos da macrofauna (maior que 2 mm), segundo metodologia proposta por Baretta (2003).

A mesofauna edáfica foi coletada através de um amostrador constituído por cilindro com 17 cm de diâmetro, coletando-se os 5 cm superficiais do solo. Após, o solo foi colocado em sacos plásticos e transportado até o laboratório de Biologia do solo no CAV/UEDESC, onde foram avaliados os organismos da mesofauna (menor que 2 mm) extraídos através do funil de Berlese como descrito por Southwood, (1968) e adaptado por Barzotto et al. (2005) (Figura 1). As amostras permaneceram no extrator por um período de 72 horas. Após os organismos coletados no extrator foram classificados em nível de classe ou ordem com auxílio de microscópio estereoscópico com 40 aumentos



**Figura 1.** Extrator de Berlese adaptado por Barzotto (2005).

As amostras de solo para análises química e da umidade gravimétrica solo foram coletadas na profundidade de 0-10 cm, usando-se pá-de-corte, retirando-se seis amostras em cada tratamento, nos mesmos pontos da amostragem dos cilindros (Tabela 2 e 3). A produtividade média de milho nos anos agrícolas de 2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006 de cada tratamento é apresentada na tabela 4.

O delineamento experimental foi constituído de blocos ao acaso, com fatorial de 4X6, sendo as parcelas de 12 x 6,3m. Na primeira amostragem da fauna, nos blocos 1 e 2 foi coletado duas amostras por parcela e uma amostragem nos blocos 3 e 4, totalizando 36 amostras por época de coleta. Na segunda amostragem foi coletado uma amostra por parcela nos blocos 1 e 2 e duas amostragens nos blocos 3 e 4. Na terceira repetiu-se o procedimento da primeira. As amostras foram coletadas aleatoriamente nas parcelas.

**Tabela 2.** Teor de água do solo ( $\text{dag kg}^{-1}$ ) na profundidade de 0 a 10 cm nos seis tratamentos. Campos Novos (SC), em setembro de 2005 e janeiro de 2006.

Tratamentos	Umidade ( $\text{dag kg}^{-1}$ )		
	09/09/2005	23/01/2006	Média
TT	31,7	32,5	32,1
AM	33,6	33,3	33,5
AMO	33,0	34,0	34,0
AO3	35,6	34,1	34,8
A06	35,1	35,3	35,2
AO12	36,3	31,5	33,9

**Tabela 3.** Características químicas do solo na profundidade de 0 a 10 cm nos tratamentos estudados. Campos Novos (SC), no ano e 2006.

Tratamentos	pH	K	P	Ca	Mg
	(Água)	mg dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	
TT	5,6	85	4,5	6,0	3,4
AM	5,6	207	9,0	6,3	2,9
AOM	5,7	315	19,5	7,0	3,0
AO3	5,7	417	22,7	6,1	2,9
AO6	5,5	264	21,5	8,1	3,7
AO12	5,8	370	45,3	8,3	3,7

**Tabela 4.** Rendimento de grãos de milho nos tratamentos estudados, Campos Novos (SC), safras 2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006.

Tratamentos	Rendimento de Grãos em kg ha <sup>-1</sup>		
	2003/2004	2004/2005	2005/2006*
TT	3037	3011	322
AM	4827	7240	396
AOM	5456	8090	348
AO3	4954	8250	425
AO6	5706	7340	657
AO12	5752	6240	818

\* Safra prejudicada por forte estiagem.

### 3.3. Análise dos dados.

A abundância da fauna do solo nas diferentes áreas foi avaliada pelos índices de diversidade de Shannon (H), dominância de Simpson (Is) e uniformidade de Pielou (e). O índice de diversidade de Shannon foi obtido pela relação ( $H = -\sum p_i \cdot \log p_i$ ), onde:  $p_i = n_i/N$ ;  $n_i$  = densidade de cada grupo,  $N$  = número total de grupos. O índice de dominância Simpson é dado pela relação ( $Is = 1/L$ ), sendo  $L = \sum n_i(n_i-1)/N(N-1)$ ;  $n_i$  = número indivíduos do grupo "i",  $N$  = somatório da densidade de todos os grupos. O índice de uniformidade de Pielou é calculado com base na relação ( $e = H/\log n^\circ$  de grupos). Os atributos ecológicos, abundância, H, Is, riqueza e uniformidade de Pielou foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas por meio do teste de LSD ( $P < 0,05$ ), através do programa SAS *Learning Edition 2.0* (2004).

A fauna do solo nos diferentes tratamentos foi analisada pela análise multivariada de agrupamento (Cluster) por ligação completa (vizinho mais distante). Para isso foi tomada a distância mediana entre o número de indivíduos capturados (ou por m<sup>2</sup>) de cada grupo ou classe taxonômica como medida de similaridade das três épocas de amostragem. Os dados de

densidade de organismos e o número de organismos coletados por cilindro dos principais grupos da fauna edáfica foram transformados para frequência relativa dos organismos, utilizando os grupos e/ou ordens mais presentes, com mais de 1% do total de organismos e os demais foram considerados como outros. A frequência foi avaliada de duas formas; 1 – Frequência relativa das ordens em cada um dos tratamentos, 2 – Frequência relativa de cada ordem nos tratamentos.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.**

### **4.1. Macrofauna edáfica**

#### **4.1.1. Frequência relativa dos principais grupos da macrofauna edáfica.**

Avaliando a frequência relativa das ordens em cada tratamento nas diferentes amostragens, tem-se que na primeira amostragem, o tratamento TT obteve 83% de Hymenoptera (Tabela 5). Este tratamento foi o que teve a menor cobertura superficial (avaliação visual) devido ao não recebimento de adubação durante todo o período do estudo. Como houve menor produção de matéria seca por área, pode-se inferir que houve também uma menor disponibilidade de substrato para a fauna. Desta forma, pode-se esperar que esta alta frequência das himenopteras esteja relacionada com a grande facilidade de locomoção desta ordem, que em sua maioria são formigas. Alves et al., (2006) encontrou valores semelhantes estudando áreas com diferentes sistemas de uso do solo. Conforme Lavelle et al., (1992), a estrutura e abundância das comunidades da macrofauna do solo são muito sensíveis à variação da qualidade das plantas de cobertura de solo. Outro fator que pode ter influenciado, é que estes organismos são de vida social, podendo ter ocorrido à amostragem próximo à comunidade, capturando um grande número de organismos em uma das repetições. Na primeira amostragem, o tratamento AM apresentou uma grande frequência de Oligochaeta, com mais de 87% do total. Ouédraogo et al. (2006) observaram que a adição de palhada de milho foi benéfica à fauna do solo. O AOM foi mais homogêneo, não apresentando ordens com tanta discrepância como nos tratamentos anteriores, consequência de uma adubação mais equilibrada que beneficiou crescimento das plantas e,consequentemente, a fauna. Ouédraogo et al. (2006) também observou maior

homogeneidade de organismos quando aplicou um composto de adubação mineral com orgânica.

Nos tratamentos com dejetos, observa-se que na primeira amostragem a dose intermediária, AO6, apresentou melhor equilíbrio das freqüências de ordens encontradas (Tabela 5), o que não se verificou nos tratamentos AO3 e AO12, que apresentaram uma alta freqüência de Hymenoptera. Este alto valor pode ser resultado da pouca qualidade de cobertura do solo, pois o tratamento AO12 recebe uma dose muito alta de dejetos, podendo ter afetando negativamente no desenvolvimento dos organismos do solo e as plantas de cobertura. Nesta amostragem a alta dose resultou em baixa produtividade na safra de 2004/2005, só acima do tratamento TT. No tratamento AO3, este alto valor pode ser resultado da pouca quantidade (avaliação visual) de cobertura do solo.

Na segunda amostragem, novamente no tratamento TT a ordem Hymenoptera foi a mais predominante, mas, com uma menor freqüência que na anterior, 40% (Tabela 5). O tratamento AM apresentou menor valor de Oligochaeta, quando comparado com a primeira amostragem, mas ainda foi o grupo mais freqüente, com aproximadamente 66% do total. Este alto valor pode ser devido a maior cobertura do solo, pois nesta época, a área estava coberta com aveia, proporcionando assim, melhor alimentação à fauna. No AOM a ordem mais freqüente foi novamente Oligochaeta, com mais de 85 % do total de organismos, demonstrando o efeito do tipo de cobertura e da adição da adubação dejetos + mineral. Nos tratamentos com adição de dejetos observou-se grande presença do grupo Oligochaeta, variando de 29 a 75 % do total. No AO3 observa-se maior freqüência da ordem Hymenoptera, com aproximadamente 50%, e uma menor freqüência de Oligochaeta, possivelmente pela baixa dose do dejetos que resultou em menor crescimento vegetativo da aveia como observado a campo.

Na terceira amostragem, no tratamento TT encontrou-se menor freqüência de Hymenoptera em relação às amostragens anteriores, 21% (Tabela 5). O grupo mais freqüente foi o Oligochaeta com 34%, demonstrando que as diferentes épocas de amostragem podem ter afetado a freqüência das ordens. No tratamento AM, a ordem mais presente foi a Coleoptera com 61% de freqüência. A alta freqüência desta ordem pode ser efeito da cultura do milho que estava implantada no momento da amostragem em todos os tratamentos. Wardle et al., (1995) encontrou a macrofauna associada geralmente com a presença de plantas daninhas e de resíduos orgânicos na superfície do solo, influenciando no aumento da população de Coleoptera, confirmando os resultados. No AOM verificou-se uma alta freqüência de Hymenoptera e Coleoptera, com 45 e 37% da freqüência total respectivamente. No tratamento

AO3 verificou-se alta frequência de Hymenoptera, sendo a segunda maior, com 36% e a Coleoptera novamente com a maior frequência (52 %), demonstrando o efeito da cobertura da área com milho. Cabe ressaltar a grande presença da ordem Coleoptera na terceira amostragem, sendo maior que 31% em todos os tratamentos. Nesta amostragem, os tratamentos com aplicação de dejetos obtiveram baixa frequência de Oligochaeta, possivelmente em função do grande período de estiagem nesta época, pois sabe-se que este grupo tem uma alta relação com a umidade do solo. Silva et al., (2006) também encontraram variações na comunidade de Oligochaeta em função da época de amostragem e do tipo de cobertura do solo.

Na média das amostragens, verificou-se que nos tratamentos TT e AO3, a ordem mais freqüente foi a Hymenoptera, com aproximadamente 58 e 56 % respectivamente do total de organismos (Tabela 5). Isso pode ter ocorrido pela pouca cobertura do solo, devido à menor fertilidade no tratamento TT (Tabela 3), o que significa pouco substrato para a biota, controlando a variação dos organismos em um local (WARREN & ZOU, 2002). Em trabalho conduzido sob sistemas de cultivo direto e convencional também foi encontrado maior frequência de Hymenoptera no sistema convencional, onde tinha menor cobertura do solo (ALVES et al., 2006). Nos tratamentos AM, AOM e AO6, a ordem mais freqüente foi a Oligochaeta, com mais de 50% do total dos organismos nos três tratamentos, confirmando os estudos de Pandolfo et al., (2005). É importante salientar que no tratamento AM mais de 60% do total de organismos eram Oligochaetas. Este alto valor pode ser relacionado a adição de fertilizantes ao solo (EDWARDS & BOHLEN, 1996). Outro destaque nos tratamentos AM, AOM e AO6 foram às ordens Hymenoptera e Coleoptera, variando de 17 a 36% e 15 a 26% respectivamente (Tabela 5). Segundo Thomanzini & Thomanzini (2002), algumas famílias de Coleoptera, como por exemplo os escarabeídeos, alimentam-se de fezes e carcaças oriundas de vertebrados, isso pode ter influenciado na alta frequência de Coleoptera nos tratamentos com dejetos.

Estudando a frequência de ordens nas amostragens (Tabela 6), verifica-se que a ordem Hymenoptera obteve alta frequência nos tratamentos TT e AO3 nas duas primeiras amostragens. Já na terceira amostragem este comportamento foi diferente e a maior frequência foi no tratamento AOM. Esta possível variação na frequência pode ter sido ocasionada pela grande estiagem desta época, diminuindo assim a frequência dos demais indivíduos nos tratamentos. As demais ordens variam nas amostragens, sendo que Coleoptera e Diptera predominaram nos tratamentos onde foram adicionadas as maiores doses de dejetos, confirmando resultados de Dindal (1990) que verificou acréscimo na população edáfica onde

o solo se encontrava em condições de melhor umidade e fertilidade. Adicionalmente, tem sido demonstrado que o uso intensivo de fertilizantes pode influenciar nas famílias de Dípteras como por exemplo, Cecidomyiidae e Sciaridae (BÜCHS, 2003).

Observando na média das amostragens, a ordem Hymenoptera foi mais presente nos tratamentos TT e AO3, onde havia menor disponibilidade de alimento, visto que nestes tratamentos foram observados os menores desenvolvimentos de parte aérea do milho e aveia o que proporcionou, menor rendimento de grãos no tratamento TT. A ordem Coleoptera foi mais presente nos tratamentos onde houve adição de dejetos e a menor frequência no tratamento AM, sendo menor que no TT, indicando um provável efeito negativo da adição de adubação mineral sobre esta ordem. As Oligochaetas tiveram maior frequência no tratamento AOM, confirmando estudos de Aquino (1994), onde foi utilizado composto dejetos + mineral de dejetos bovino com bagaço de cana de açúcar e adubo mineral. A maior frequência de Díptera (50%) ocorreu no tratamento com maior adição de dejetos suíno (AO12), e foi ausente no tratamento AM, demonstrando claramente que a adição do dejetos foi benéfica ao desenvolvimento desta ordem e a adição de adubação mineral foi prejudicial. As aranhas tiveram alta frequência no tratamento AOM, aproximadamente 30% e a menor no tratamento com maior dose de dejetos (AO12), com menos de 2% do total, sendo influenciada pela alta dose de dejetos. O grupo Chilopoda obteve maior frequência no tratamento AOM, não sendo encontrada no tratamento TT. Como este grupo é muito dependente de uma cobertura do solo de qualidade, o que explica a ausência deste organismo neste tratamento (Tabela 6).

**Tabela 5.** Frequência relativa das principais ordens da macrofauna em cada um dos tratamentos por amostragem. Valores em porcentagem. Campos Novos – SC, 2005/2006.

Trat. <sup>1</sup>	Hymen. <sup>2</sup>	Coleo. <sup>3</sup>	Oligocha. <sup>4</sup>	Diptera	Aranae	Chilopoda	Outros	Total
<b>05/05/2005 (%)</b>								
TT <sup>5</sup>	83,33	2,50	13,33	0,00	0,84	0,00	0,00	100
AM <sup>6</sup>	2,50	5,00	87,50	0,00	2,50	0,00	2,50	100
AOM <sup>7</sup>	24,29	30,00	24,29	0,00	11,42	8,57	1,43	100
AO3 <sup>8</sup>	66,67	14,04	15,79	1,75	0,87	0,88	0,00	100
AO6 <sup>9</sup>	8,51	25,53	53,19	0,00	8,51	2,13	2,13	100
AO12 <sup>10</sup>	60,22	11,83	12,90	1,07	2,15	7,53	4,30	100
<b>09/09/2005 (%)</b>								
TT <sup>5</sup>	40,42	13,83	37,23	2,13	2,13	0,00	4,26	100
AM <sup>6</sup>	23,81	3,17	66,67	0,00	1,59	1,59	3,17	100
AOM <sup>7</sup>	4,85	4,24	85,45	2,42	0,00	1,21	1,83	100
AO3 <sup>8</sup>	49,12	15,79	29,82	0,00	0,00	1,75	3,52	100
AO6 <sup>9</sup>	3,36	15,43	75,17	2,68	0,67	1,34	1,35	100
AO12 <sup>10</sup>	14,81	24,07	29,66	24,07	1,85	0,00	5,54	100
<b>23/01/2006 (%)</b>								
TT <sup>5</sup>	21,05	31,58	34,21	2,63	5,26	0,00	5,27	100
AM <sup>6</sup>	26,92	61,53	3,85	0,00	3,85	3,85	0,00	100
AOM <sup>7</sup>	45,12	37,80	4,88	0,00	2,44	4,88	4,88	100
AO3 <sup>8</sup>	36,84	52,63	3,51	3,51	1,75	1,76	0,00	100
AO6 <sup>9</sup>	44,44	33,33	5,56	0,00	13,89	0,00	2,78	100
AO12 <sup>10</sup>	13,73	54,90	19,61	1,96	1,96	5,88	1,96	100
<b>Média das amostragens (%)</b>								
TT <sup>5</sup>	57,96	11,12	25,37	1,19	1,98	0,00	2,38	100
AM <sup>6</sup>	17,84	15,51	60,45	0,00	2,33	1,55	2,32	100
AOM <sup>7</sup>	19,56	18,61	51,10	1,26	3,15	3,79	2,53	100
AO3 <sup>8</sup>	54,81	24,11	16,26	1,75	0,88	1,32	0,87	100
AO6 <sup>9</sup>	10,78	20,26	59,91	1,72	4,31	1,29	1,73	100
AO12 <sup>10</sup>	35,86	26,27	19,18	7,58	2,02	5,05	4,04	100

<sup>1</sup>Tratamentos; <sup>2</sup>Hymenoptera; <sup>3</sup>Coleoptera; <sup>4</sup>Oligochaeta; <sup>5</sup>TT: testemunha; <sup>6</sup>AM: adubação mineral; <sup>7</sup>AOM: adubação dejetos + mineral; <sup>8</sup>AO3: adubação orgânica com 3 t.ha<sup>-1</sup>; <sup>9</sup>AO6: adubação orgânica com 6 t.ha<sup>-1</sup>; <sup>10</sup>AO12: adubação orgânica com 12 t.ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 6.** Frequência relativa de cada ordem da macrofauna nos tratamentos por amostragem.

Valores em porcentagem. Campos Novos – SC, 2005/2006.

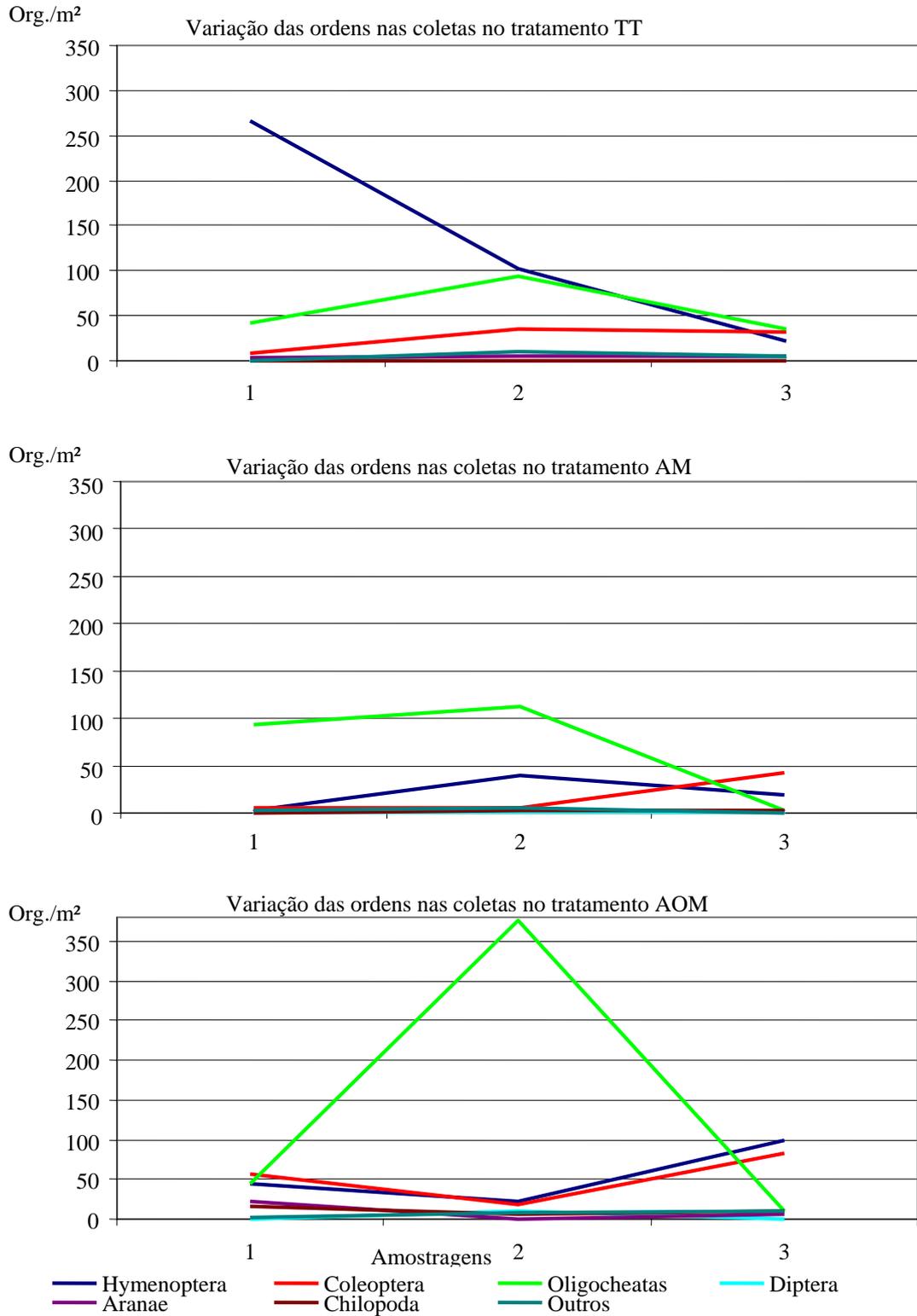
<b>Trat.<sup>1</sup></b>	<b>Hymen.<sup>2</sup></b>	<b>Coleo.<sup>3</sup></b>	<b>Oligocha.<sup>4</sup></b>	<b>Diptera</b>	<b>Aranae</b>	<b>Chilopoda</b>	<b>Outros</b>
<b>05/05/2005</b>							
<b>TT<sup>5</sup></b>	39,37	4,62	13,01	0,00	5,88	0,00	0,00
<b>AM<sup>6</sup></b>	0,39	3,08	28,46	0,00	5,88	0,00	14,29
<b>AOM<sup>7</sup></b>	6,69	32,31	13,82	0,00	47,06	40,00	14,28
<b>AO3<sup>8</sup></b>	29,93	24,61	14,62	66,67	5,89	6,66	0,00
<b>AO6<sup>9</sup></b>	1,57	18,46	20,33	0,00	23,53	6,67	14,29
<b>AO12<sup>10</sup></b>	22,05	16,92	9,76	33,33	11,76	46,67	57,14
<b>Total</b>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>09/09/2005</b>							
<b>TT<sup>5</sup></b>	37,25	19,40	9,64	8,70	40,00	0,00	25,00
<b>AM<sup>6</sup></b>	14,72	2,99	11,57	0,00	20,00	16,67	12,50
<b>AOM<sup>7</sup></b>	7,84	10,45	38,84	17,39	0,00	33,33	18,75
<b>AO3<sup>8</sup></b>	27,45	3,43	4,68	0,00	0,00	16,67	12,50
<b>AO6<sup>9</sup></b>	4,90	34,33	30,86	17,39	20,00	33,33	12,50
<b>AO12<sup>10</sup></b>	7,84	19,40	4,41	56,52	20,00	0,00	18,75
<b>Total</b>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>23/01/2006</b>							
<b>TT<sup>5</sup></b>	8,33	9,30	40,63	25,00	16,67	0,00	25,00
<b>AM<sup>6</sup></b>	7,29	12,40	3,12	0,00	8,33	11,12	0,00
<b>AOM<sup>7</sup></b>	38,54	24,03	12,50	0,00	16,67	44,44	50,00
<b>AO3<sup>8</sup></b>	21,88	3,26	6,25	50,00	8,33	11,11	0,00
<b>AO6<sup>9</sup></b>	16,67	9,30	6,25	0,00	41,67	0,00	12,50
<b>AO12<sup>10</sup></b>	7,29	21,71	31,25	25,00	8,33	33,33	12,50
<b>Total</b>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Média das amostragens</b>							
<b>TT<sup>5</sup></b>	32,30	10,73	12,34	10,00	14,71	0,00	19,35
<b>AM<sup>6</sup></b>	5,09	7,66	15,05	0,00	8,82	6,67	9,68
<b>AOM<sup>7</sup></b>	13,72	22,61	31,28	13,33	29,41	40,00	25,81
<b>AO3<sup>8</sup></b>	27,66	21,07	7,16	13,33	5,88	10,00	6,45
<b>AO6<sup>9</sup></b>	5,52	18,01	26,84	13,34	29,42	10,00	12,90
<b>AO12<sup>10</sup></b>	15,71	19,92	7,33	50,00	11,76	33,33	25,81
<b>Total</b>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

<sup>1</sup>Tratamentos; <sup>2</sup>Hymenoptera; <sup>3</sup>Coleoptera; <sup>4</sup>Oligochaeta; <sup>5</sup>TT: testemunha; <sup>6</sup>AM: adubação mineral; <sup>7</sup>AOM: adubação dejetos + mineral; <sup>8</sup>AO3: adubação orgânica com 3 t.ha<sup>-1</sup>; <sup>9</sup>AO6: adubação orgânica com 6 t.ha<sup>-1</sup>; <sup>10</sup>AO12: adubação orgânica com 12 t.ha<sup>-1</sup>

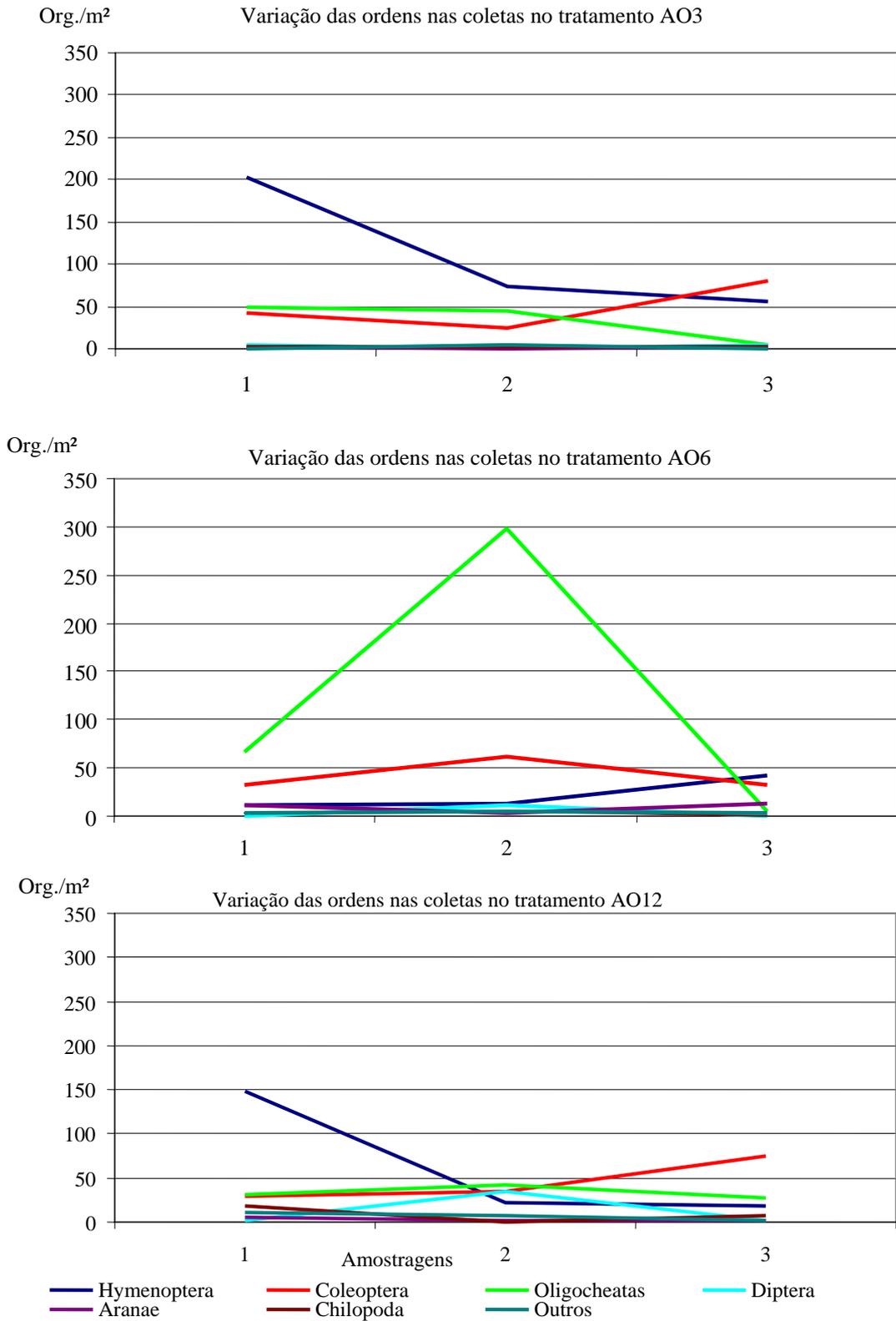
#### **4.1.2. Comportamento sazonal da macrofauna edáfica.**

Nas figuras 2 e 3 são apresentadas à variação sazonal da fauna nos tratamentos testados. A ordem Hymenoptera teve redução no tratamento TT com o passar do tempo, apresentando o maior número de organismos coletados na primeira amostragem e menor na terceira. Tal resposta possivelmente se deve a diminuição do substrato para a biota, pois na terceira amostragem houve estiagem, se refletindo em variação dos organismos em um local (WARREN & ZOU, 2002). Já as demais ordens tiveram comportamento diferente, com aumento na segunda amostragem, porém com queda na terceira confirmando a hipótese anterior. No tratamento AM a ordem Oligochaeta teve comportamento parecido com os demais, tendo aumento na segunda amostragem e redução na terceira, variando o número de organismos coletados. Neste tratamento, a ordem Hymenoptera foi diferente do anterior, mas parecido com o da ordem Oligochaeta.

A ordem Coleoptera apresentou redução na segunda amostragem no AOM, mas na terceira houve aumento na sua abundância. O comportamento desta ordem foi semelhante em todos os tratamentos nesta ordem, com exceção do AO6 que ocorreu o inverso com redução na segunda amostragem e um aumento na terceira. É bom salientar que no AOM a ordem Hymenoptera teve um comportamento semelhante ao da Coleoptera, podendo indicar efeito de tratamento sobre estas ordens. No AO3 a ordem Hymenoptera foi semelhante ao TT, a Coleoptera ao AOM. No AO6 a Hymenoptera foi diferente dos demais, com aumento na terceira. No tratamento AO12 é bom salientar na segunda amostragem o grande número de Díptera, maior que o de Hymenoptera e idêntico ao de Coleoptera nesta amostragem, tendo um pico de díptera na segunda amostragem, comportamento semelhante à Oligochaeta mas sempre em menor número de organismos por metro quadrado. Sabemos que a fauna do solo é muito sensível a variações sazonais (IRMLER, 2006), isso pode ser observado claramente nas Oligochaetas, que apresentou comportamento semelhante em todos os tratamentos.



**Figura 2.** Variação sazonal da macrofauna do solo nas três amostragens. Campos Novos, SC, 2005/2006.



**Figura 3.** Variação sazonal da macrofauna do solo nas três amostragens. Campos Novos, SC, 2005/2006.

### 4.1.3. Índices ecológicos da macrofauna edáfica.

Ao avaliar-se as amostragens isoladamente (Tabela 7), observou-se que na primeira amostragem que não houve diferença significativa para Riqueza e  $\text{Org.m}^{-2}$ . Os maiores valores de  $H$ ,  $Is$  e  $e$  foram encontrados nos tratamentos AOM, AO6 e AO12. Os tratamentos TT e AM apresentaram os menores valores dos índices ecológicos. Apesar de apresentar baixa densidade, no tratamento AOM, não se verificaram baixos valores dos índices e isso pode estar associado à adição do material orgânico aplicado na área (CORREIA & PINHEIRO, 1999). A maior riqueza em valores absolutos foi encontrada no tratamento AO12, com nove ordens, seguido pelos demais tratamentos com dejetos, AOM, AO3 e AO6 com 8 ordens (Tabela 7). Isto confirma o benefício da adição do dejetos sobre a abundância e diversidade da macrofauna edáfica nesta amostragem.

Na segunda amostragem só encontramos diferenças significativas para  $Is$ . É importante salientar o alto valor de  $Is$  no tratamento TT, demonstrando grande dominância. Isso se deve a alta frequência das ordens Oligochaeta e Hymenoptera, pois na soma das duas chegam a mais de 90% do total de indivíduos encontrados. Nesta amostragem foram encontrados os maiores valores de riqueza de ordens, com exceção do tratamento AO3, em relação as demais coletas. Esta alta riqueza está em função, principalmente, do tipo e da qualidade da cobertura do solo, que foi composta por aveia no estágio de emborrachamento, dando boa proteção à superfície do solo melhorando assim as condições de vida dos organismos edáficos.

Na terceira amostragem não encontramos diferença significativa no índice  $e$ . Verificou-se um comportamento diferente nesta época, com menores valores de  $H$  e  $Is$ , no tratamento AO3. Isto possivelmente pode ser relacionado a frequência de Coleoptera e Hymenoptera nesse tratamento, sendo que isso foi um efeito de época ou do tipo de cobertura do solo no período da amostragem ou, ainda, da adição do dejetos. Observa-se os maiores índices de  $H$ ,  $e$  e  $\text{ind.m}^{-2}$  no tratamento AOM, sendo o mais estável, mais uma vez evidenciando a melhor resposta a adição do dejetos junto à adubação mineral. Nesta amostragem verificou-se os menores valores de  $\text{org.m}^{-2}$  em relação as anteriores, mas com alta riqueza de ordens e diversidade. Isto pode ser reflexo da menor precipitação neste período e o alto déficit hídrico. Resultados semelhantes foram encontrados em um estudo de monitoramento da fauna do solo em diferentes coberturas vegetais na área experimental do SIPA no Rio de Janeiro – RJ (CORREIA & PINHEIRO, 1999).

Na média das amostragens, o índice de diversidade (H) (Tabela 7) variou de 0,6 a 1,1, se observando que o tratamento AM foi o que apresentou o menor valor, o que pode ter afetado negativamente o desenvolvimento da macrofauna. Em um estudo com e sem fertilizante mineral, também verificou-se menor valor de diversidade no tratamento com fertilizante mineral concordando com resultados apresentados (SILESHI & MAFONGOYA, 2006). Quando associou-se a fertilizante mineral com a orgânico (tratamento AOM), verificou-se efeito benéfico à macrofauna. Os tratamentos com adubação orgânica, na dose mais baixa (AO3) a diversidade não foi influenciada, alcançando valores próximos ao tratamento TT. Os outros tratamentos, AO6 e AO12, apresentaram uma alta diversidade comparando com AO3, demonstrando que as dosagens maiores podem ter afetado a diversidade da macrofauna edáfica.

O índice de Simpson, variou de 0,5 a 0,7 na média das amostragens. Novamente o tratamento AM apresentou o menor valor, igualando-se com o tratamento de menor dose de dejetos suíno (AO3). A maior dominância foi encontrada no tratamento AO6 (0,7), possivelmente pelo alto valor de Oligochaeta. A uniformidade de Pielou (*e*), variou de 1,0 a 1,8, sendo o tratamento AM o mais desuniforme e o tratamento AOM o mais uniforme, seguido pelo AO6 e AO12, demonstrando que o esterco, quando utilizado em conjunto com adubação mineral foi benéfico à fauna (Tabela 7).

Quando se avaliaram as médias das três amostragens (Tabela 7), o número de organismos por metro quadrado, variou de 114,7 a 281,8 org. m<sup>-2</sup>, sendo que o tratamento AM obteve os menores índices ecológicos, demonstrando que a macrofauna é sensível a este tipo de adubação. A adição de fertilizantes minerais pode ser tóxica a alguns organismos da fauna do solo, como por exemplo, a intoxicação das minhocas pela amônia (KLADIVKO & TIMMENGA, 1990). A adubação dejetos-mineral foi benéfica à fauna e variou conforme a dose quando utilizado somente adubação orgânica. A adição de adubos orgânicos, pode ter efeito benéfico sobre a fauna de solo como demonstrado por EDWARDS & LOFTY (1982) pois além de aportarem nutrientes ao solo, representam também fonte alimentar adicional a fauna do solo (KLADIVKO & TIMMENGA, 1990).

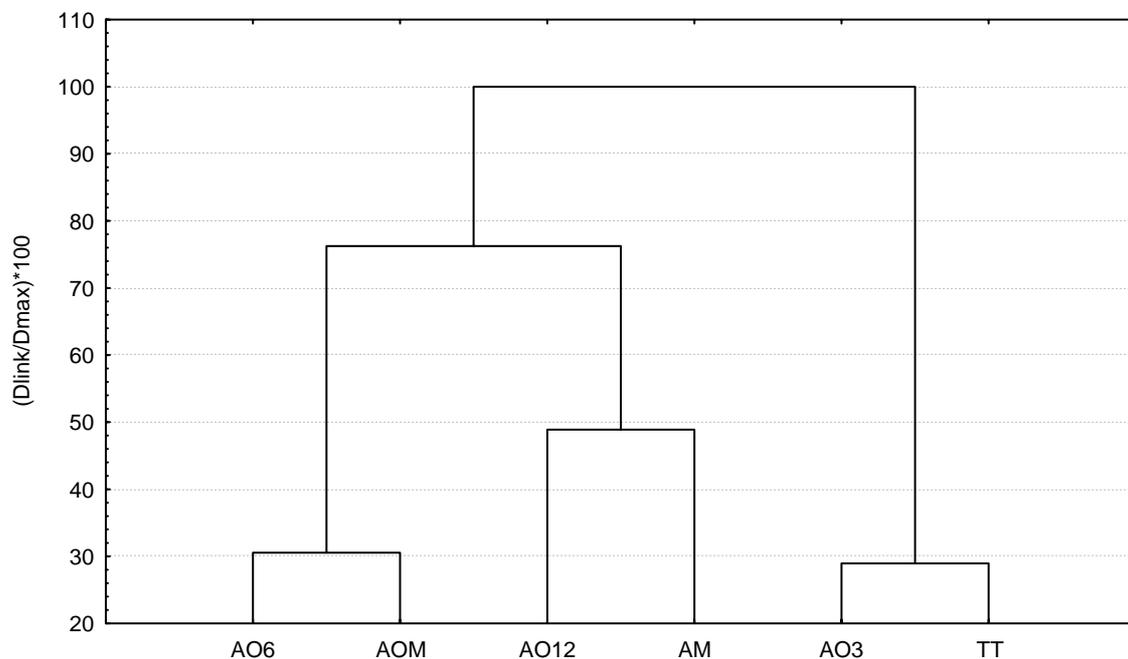
**Tabela 7.** Índices de diversidade de Shannon (H), dominância de Simpson (Is), uniformidade de Pielou (*e*), Riqueza de ordens (total de ordens) e densidade (Organismos m<sup>-2</sup>), da macrofauna edáfica nos tratamentos estudados. Campos Novos - SC, 2005/2006. Média de seis repetições em cada época de amostragem.

Tratamentos	H	Is	<i>e</i>	Riqueza	Org.m <sup>-2</sup>
	05/05/2005				
TT <sup>1</sup>	0,3 c	0,2 c	0,7 b	5*	320,0*
AM <sup>2</sup>	0,5 bc	0,4 c	0,8 b	7	106,6
AOM <sup>3</sup>	1,2 a	0,7 ab	2,0 a	8	186,6
AO3 <sup>4</sup>	0,6 bc	0,5 bc	1,3 ab	8	304,0
AO6 <sup>5</sup>	1,1 a	0,9 a	1,8 a	8	125,3
AO12 <sup>6</sup>	0,9 ab	0,7 ab	1,5 ab	9	248,0
09/09/2005					
TT <sup>1</sup>	0,8*	0,6 a	1,6 *	9*	250,7*
AM <sup>2</sup>	0,5	0,3 b	1,1	8	168,0
AOM <sup>3</sup>	1,2	0,4 ab	1,4	9	440,0
AO3 <sup>4</sup>	0,7	0,5 ab	1,6	5	152,0
AO6 <sup>5</sup>	1,1	0,4 ab	1,4	10	397,3
AO12 <sup>6</sup>	0,9	0,5 ab	1,5	9	144,0
23/01/2006					
TT <sup>1</sup>	1,2 ab	0,8 a	1,3*	8 a	101,3 b
AM <sup>2</sup>	0,9 abc	0,8 a	1,1	6 b	69,3 b
AOM <sup>3</sup>	1,3 a	0,7 ab	1,9	8 a	218,7 a
AO3 <sup>4</sup>	0,8 c	0,5 b	1,4	8 a	152,0 ab
AO6 <sup>5</sup>	1,0 abc	0,7ab	1,6	6 b	96,0 b
AO12 <sup>6</sup>	0,8 c	0,6ab	1,6	8 a	136,0 ab
Médias das Amostragens					
TT <sup>1</sup>	0,8 bc	0,5 ab	1,2 bc	7,33 *	224,0 ab
AM <sup>2</sup>	0,6 c	0,5 b	1,0 c	7,00	114,7 b
AOM <sup>3</sup>	1,1 a	0,6 ab	1,8 a	8,33	281,8 a
AO3 <sup>4</sup>	0,7 bc	0,5 b	1,4 abc	7,00	202,7 ab
AO6 <sup>5</sup>	1,0 ab	0,7 a	1,6 ab	8,00	206,2 ab
AO12 <sup>6</sup>	0,9 ab	0,6 ab	1,6 ab	8,67	176,0 ab

<sup>1</sup>TT: testemunha; <sup>2</sup>AM: adubação mineral; <sup>3</sup>AOM: adubação dejetos + mineral; <sup>4</sup>AO3: adubação orgânica com 3 t.ha<sup>-1</sup>; <sup>5</sup>AO6: adubação orgânica com 6 t.ha<sup>-1</sup>; <sup>6</sup>AO12: adubação orgânica com 12 t.ha<sup>-1</sup>. Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de LSD a 5%; \* não significativo.

#### 4.1.4. Análise de agrupamento para macrofauna edáfica

Na média das três amostragens, há similaridade entre os tratamentos (Figura 4) AO6 e AOM, aproximadamente 69% (distância de ligação de 31%), formando um agrupamento entre eles. Os tratamentos AM e AO12 tiveram similaridade menor, de aproximadamente 51 %, formando outro agrupamento. Esta semelhança pode ser em resposta à alta dose de dejetos, podendo assim alguns nutrientes em excesso apresentarem efeito tóxico a macrofauna, o mesmo pode ser atribuído ao fertilizante mineral. Os tratamentos AO3 e TT formaram outro agrupamento isolado dos anteriores, e com maior similaridade que os demais, aproximadamente 71% (Figura 4). Com isso pode-se observar que nos tratamentos onde não há aplicação de adubação (TT) ou com uma dose baixa (AO3), estes foram semelhantes possivelmente pela baixa quantidade de nutrientes no solo e sua disponibilidade às plantas. Venturini (2003), encontrou resultados semelhantes quando estudou doses diferentes de vermicomposto, onde observou que o tratamento com fertilizante mineral foi similar ao de menor dosagem do vermicomposto.



**Figura 4.** Dendrograma apresentando as distâncias de ligação entre os tratamentos, através do número de organismos por  $m^2$  da macrofauna edáfica. Valores médios das três amostragens. Campos Novos, SC, 2005/2006. TT: testemunha; AM: adubação mineral; AOM: adubação dejetos + mineral; AO3: adubação orgânica com  $3 t \cdot ha^{-1}$ ; AO6: adubação orgânica com  $6 t \cdot ha^{-1}$ ; AO12: adubação orgânica com  $12 t \cdot ha^{-1}$ .

## **4.2. Mesofauna Edáfica**

### **4.2.1. Frequência relativa dos principais grupos da mesofauna edáfica.**

Na primeira amostragem observou-se em todos os tratamentos maior frequência relativa (FR) da ordem Collembola, sempre maior que 47% do total de organismos (Tabela 8). Nos tratamentos onde foram adicionados dejetos suínos observa-se as maiores FR, que foram de 62, 66 e 64%, para AO3, AO6 e AO12, respectivamente. Esse comportamento não foi encontrado na ordem Acarina, sendo a maior frequência encontrada no tratamento onde houve adição da maior dose de dejetos (AO12). Thimmayya (1998) também encontrou uma maior frequência de ácaros em áreas com adubação de lodo de esgoto quando comparados às áreas sem adubação. O tratamento AM mostrou uma alta frequência de Hymenoptera, terceira ordem mais presente neste tratamento, com 12%. Esta alta frequência, pode ser consequência da melhor mobilidade desta ordem, que em sua maioria é composta pela família Formidae. Observa-se uma menor frequência de Collembola (7,33%), na comparação dentro dos tratamentos (Tabela 9), evidenciando que a adição de fertilizante mineral pode ter influenciado negativamente esta ordem, corroborando os resultados obtidos por (HAGVAR & ABRAHAMSEN, 1984; PONGE & PRAT, 1982; CHAGNON et al., 2000).

Na segunda amostragem os resultados indicam alta FR de Collembola em todos os tratamentos, sendo que no tratamento AO12 esta ordem alcançou 82% do total de organismos. O tratamento AOM foi o mais equilibrado nesta amostragem, pois não houve alta dominância das ordens Collembola e Acarina sobre as demais, observado-se também altos valores de Diptera, Oligochaeta e Hymenoptera (Tabela 8).

Na terceira amostragem a área estava coberta pela cultura do milho no estágio de enchimento de grão, 2 meses após a aplicação do dejetos no solo. Nessa oportunidade a ordem Collembola foi a de maior FR nos tratamentos TT, AM, AOM e AO3 (Tabela 8), confirmando os resultados de Baretta (2003). Nos tratamentos de maiores doses de aplicação do dejetos, AO6 e AO12, a ordem mais frequente foi Acarina. Esse comportamento pode ser reflexo da alta dose do dejetos com altos teores de minerais provenientes da adição do adubo orgânico.

Na média das amostragens verificou-se que em todos os tratamentos houve uma predominância das ordens Collembola e Acarina. As collembolas tiveram uma alta FR, variando de 47 a 61%, e os ácaros vieram apresentar FR de 23 a 36% do total de organismos.

É importante salientar que nos tratamentos onde foi adicionado dejetos suíno, observou-se que a frequência de ácaros foi maior que nos demais. Já para a ordem Hymenoptera o efeito foi contrário, diminuindo a frequência com o aumento da adição do dejetos. As maiores frequências de Oligochaeta (Família Enchytraeidae) foram encontradas nos tratamentos onde havia a adição de fertilizantes minerais (AM e AOM) (Tabela 8). A aplicação de fertilizantes minerais pode ter um efeito positivo para a fauna de solo, já que ao promover maior biomassa vegetal proporciona também retorno da matéria orgânica ao solo. A magnitude desse efeito depende diretamente da demanda de nutrientes das plantas cultivadas e da disponibilidade de nutrientes no solo.

Na média das amostragens, a ordem Collembola teve FR que variou de 9 a 23% entre os tratamentos (Tabela 9), sendo que no tratamento com adição de adubo mineral (AM) encontrau-se o menor valor e na maior dose de dejetos (AO12) o maior valor. Esse comportamento também foi observado para a ordem Acarina, com frequências variando de 7 a 21%, o que pode ser reflexo do melhor ambiente edáfico proporcionado pela melhor cobertura do solo (KLADIVKO, 2001). De um modo geral, o tratamento AM obteve as menores frequências de organismos, reflexo do baixo número de organismos encontrados neste tratamento.

A ordem Hymenoptera, na média das amostragens (Tabela 9), teve a maior frequência no tratamento TT, possivelmente reflexo da baixa qualidade e quantidade de alimento no solo (WINK et al., 2005), pois esta área apresentou a menor cobertura.

**Tabela 8.** Frequência relativa das principais ordens da mesofauna em cada um dos tratamentos, nas três amostragens, valores em porcentagem, Campos Novos – SC, 2005/2006.

Trat. <sup>1</sup>	Collem. <sup>2</sup>	Acar. <sup>3</sup>	Hymen. <sup>4</sup>	Coleoptera	Oligochaeta	Diptera	Outros	Total
<b>05/05/2005 (%)</b>								
TT <sup>5</sup>	55,24	26,57	8,16	2,33	2,80	2,56	2,34	100
AM <sup>6</sup>	47,89	26,44	12,26	1,53	4,21	3,07	4,60	100
AOM <sup>7</sup>	59,76	24,86	4,14	1,74	5,67	1,65	2,18	100
AO3 <sup>8</sup>	62,72	25,66	5,26	1,75	1,54	1,97	1,10	100
AO6 <sup>9</sup>	66,67	24,29	1,81	1,29	3,36	0,52	2,06	100
AO12 <sup>10</sup>	64,89	29,47	1,24	1,55	0,52	0,26	2,07	100
<b>09/09/2005 (%)</b>								
TT <sup>5</sup>	65,63	18,94	5,97	3,69	0,95	3,12	1,70	100
AM <sup>6</sup>	47,46	27,97	5,08	7,63	4,24	4,65	2,97	100
AOM <sup>7</sup>	35,27	33,82	7,73	2,42	5,31	7,72	7,73	100
AO3 <sup>8</sup>	43,68	41,57	2,68	3,83	1,92	4,02	2,30	100
AO6 <sup>9</sup>	39,88	32,63	11,78	3,63	2,11	4,23	5,74	100
AO12 <sup>10</sup>	82,31	8,49	1,89	2,59	0,35	0,71	3,66	100
<b>23/01/2006 (%)</b>								
TT <sup>5</sup>	57,82	30,40	5,27	2,64	0,18	1,41	2,28	100
AM <sup>6</sup>	63,17	23,55	3,00	4,07	0,21	1,29	4,71	100
AOM <sup>7</sup>	52,34	36,58	2,54	3,87	0,93	0,54	3,20	100
AO3 <sup>8</sup>	52,30	37,19	4,73	2,50	0,66	0,65	1,97	100
AO6 <sup>9</sup>	40,26	45,89	3,61	5,77	0,58	1,58	2,31	100
AO12 <sup>10</sup>	42,23	49,54	0,91	2,74	1,94	0,10	2,54	100
<b>Média das amostragens (%)</b>								
TT <sup>5</sup>	61,30	23,71	6,23	3,12	1,12	2,52	2,00	100
AM <sup>6</sup>	55,19	25,41	6,02	4,25	2,29	2,59	4,25	100
AOM <sup>7</sup>	54,08	30,54	3,90	2,67	3,74	1,87	3,20	100
AO3 <sup>8</sup>	52,44	35,48	4,26	2,70	1,27	2,01	1,84	100
AO6 <sup>9</sup>	47,08	36,66	5,33	4,02	1,72	2,02	3,17	100
AO12 <sup>10</sup>	61,49	30,36	1,34	2,49	1,08	0,36	2,88	100

<sup>1</sup>Tratamentos; <sup>2</sup>Collembola; <sup>3</sup>Acarina; <sup>4</sup>Hymenoptera; <sup>5</sup>TT: testemunha; <sup>6</sup>AM: adubação mineral; <sup>7</sup>AOM: adubação dejetos + mineral; <sup>8</sup>AO3: adubação orgânica com 3 t.ha<sup>-1</sup>; <sup>9</sup>AO6: adubação orgânica com 6 t.ha<sup>-1</sup>; <sup>10</sup>AO12: adubação orgânica com 12 t.ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 9.** Frequência relativa de cada ordem da mesofauna edáfica nos tratamentos, nas três amostragens, valores em porcentagem, Campos Novos – SC, 2005/2006.

Trat. <sup>1</sup>	Collem. <sup>2</sup>	Acar. <sup>3</sup>	Hymen. <sup>4</sup>	Coleoptera	Oligochaeta	Diptera	Outros
<b>05/05/2005 (%)</b>							
TT <sup>5</sup>	13,91	15,48	24,86	20,41	12,37	23,91	15,86
AM <sup>6</sup>	7,33	9,38	22,72	8,17	11,34	17,39	19,05
AOM <sup>7</sup>	32,14	30,98	26,99	32,65	53,61	32,61	31,75
AO3 <sup>8</sup>	16,77	15,90	17,05	16,33	7,22	19,57	7,94
AO6 <sup>9</sup>	15,13	12,77	4,97	10,20	13,40	4,35	12,70
AO12 <sup>10</sup>	14,72	15,49	3,41	12,24	2,06	2,17	12,70
<b>Total</b>	100	100	100	100	100	100	100
<b>09/09/2005 (%)</b>							
TT <sup>5</sup>	35,31	26,50	37,54	32,95	19,09	31,79	16,85
AM <sup>6</sup>	5,71	8,75	7,15	15,20	19,08	10,60	6,55
AOM <sup>7</sup>	3,72	9,28	9,54	4,22	20,99	15,42	14,98
AO3 <sup>8</sup>	11,62	28,76	8,34	16,89	19,08	20,23	11,24
AO6 <sup>9</sup>	8,07	17,17	27,89	12,16	16,03	16,18	21,35
AO12 <sup>10</sup>	35,57	9,54	9,54	18,58	5,73	5,78	29,03
<b>Total</b>	100	100	100	100	100	100	100
<b>23/01/2006 (%)</b>							
TT <sup>5</sup>	15,60	10,51	22,56	10,07	2,70	22,86	11,30
AM <sup>6</sup>	13,99	6,68	10,53	12,75	2,70	17,14	19,13
AOM <sup>7</sup>	18,59	16,65	14,29	19,46	18,93	11,42	20,88
AO3 <sup>8</sup>	18,87	17,19	27,06	12,75	13,51	14,29	13,04
AO6 <sup>9</sup>	13,23	19,32	18,80	26,85	10,81	31,43	13,91
AO12 <sup>10</sup>	19,72	29,65	6,76	18,12	51,35	2,86	21,74
<b>Total</b>	100	100	100	100	100	100	100
<b>Média das amostragens (%)</b>							
TT <sup>5</sup>	21,80	15,52	28,99	20,23	12,34	28,13	14,40
AM <sup>6</sup>	9,20	7,81	13,14	12,97	11,80	13,53	14,40
AOM <sup>7</sup>	17,54	18,24	16,52	15,80	37,55	18,94	21,07
AO3 <sup>8</sup>	15,79	19,67	16,76	14,85	11,80	18,94	11,23
AO6 <sup>9</sup>	12,04	17,27	17,84	18,77	13,63	16,13	16,43
AO12 <sup>10</sup>	23,63	21,49	6,75	17,38	12,88	4,33	22,47
<b>Total</b>	100	100	100	100	100	100	100

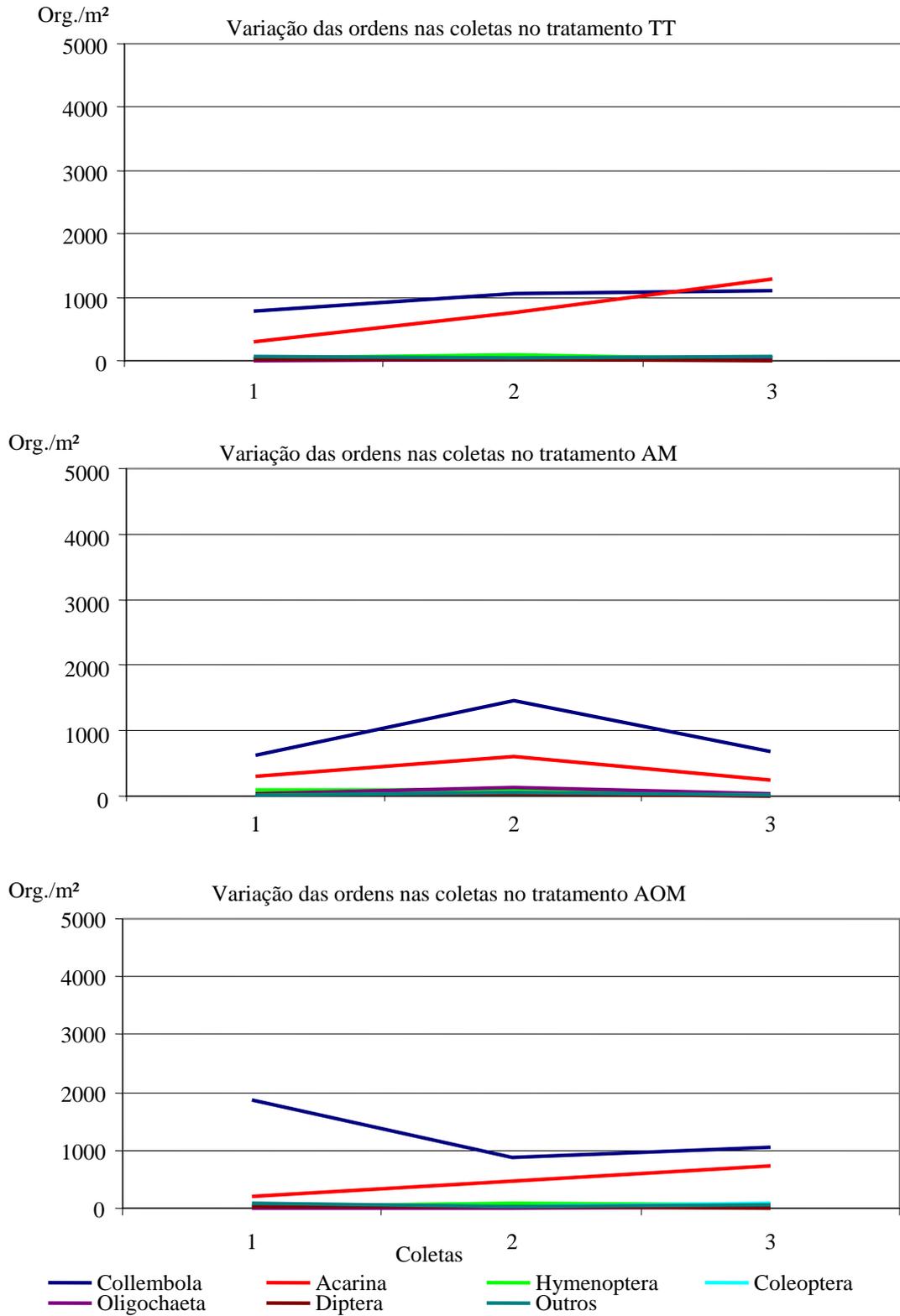
<sup>1</sup>Tratamentos; <sup>2</sup>Collembola; <sup>3</sup>Acarina; <sup>4</sup>Hymenoptera; <sup>5</sup>TT: testemunha; <sup>6</sup>AM: adubação mineral; <sup>7</sup>AOM: adubação dejetos + mineral; <sup>8</sup>AO3: adubação orgânica com 3 t.ha<sup>-1</sup>; <sup>9</sup>AO6: adubação orgânica com 6 t.ha<sup>-1</sup>; <sup>10</sup>AO12: adubação orgânica com 12 t.ha<sup>-1</sup>.

#### **4.2.2. Comportamento sazonal da mesofauna edáfica.**

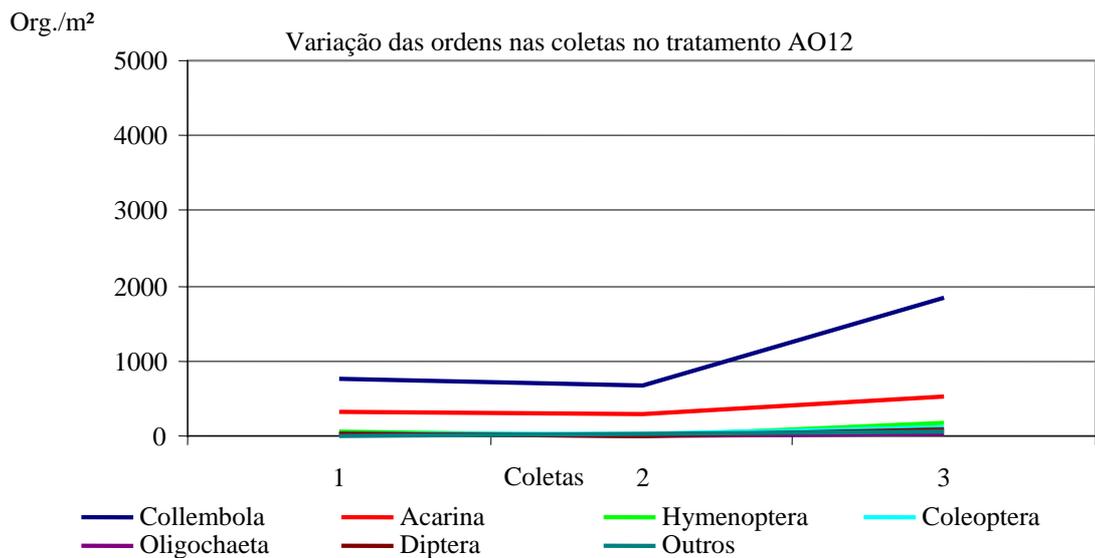
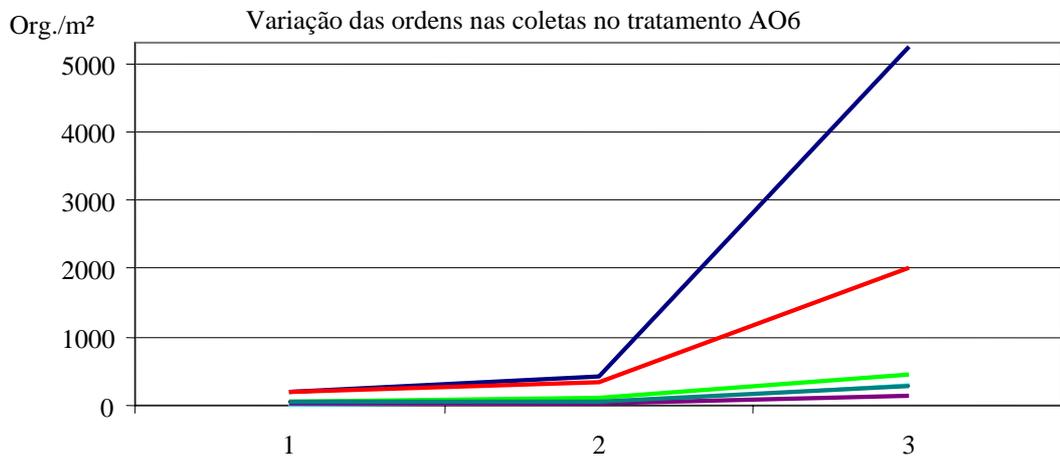
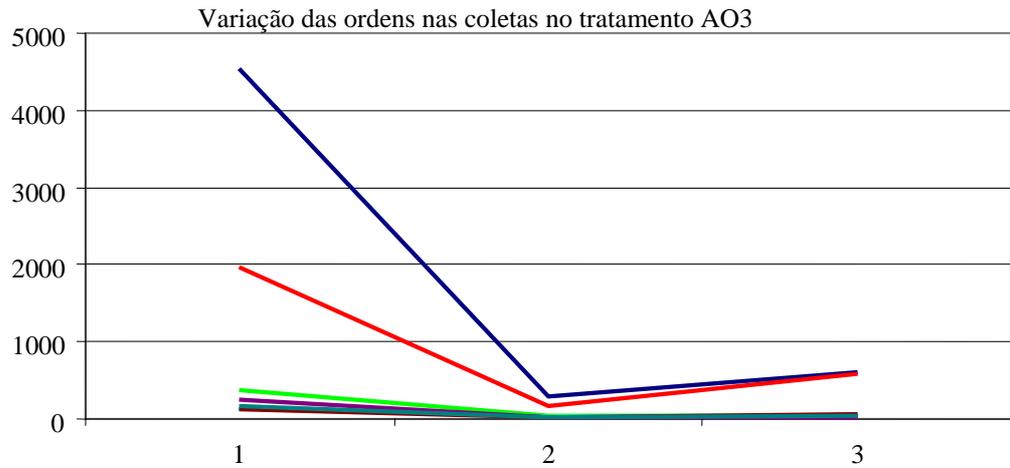
Observou-se que o número de organismos coletados variou conforme a época de coleta (Figura 5 e 6). Este comportamento também foi obtido por Irmiler (2004), em um estudo em longo prazo, verificando flutuações de Acarina e Collembola em florestas do norte da Alemanha.

No tratamento TT as ordens Collembola e Acarina tiveram um acréscimo no número de indivíduos coletados em relação à primeira amostragem e as demais ordens mantiveram-se estáveis (Figura 5). O tratamento AM apresentou comportamento similar para todas as ordens até a segunda amostragem e redução na terceira. Esse comportamento pode ter ocorrido pela forte estiagem ocorrida neste período (SILVAN et al., 2000), pois os demais tratamentos receberam dejetos líquidos, adicionando água e matéria orgânica no solo, beneficiando o ambiente edáfico local. No tratamento AOM as ordens apresentaram comportamentos similares ao TT, com a diferença de que Collembola teve redução de indivíduos da primeira para a segunda amostragem.

No tratamento AO3 as ordens Collembola e Acarina apresentaram grande redução da primeira para a segunda amostragem, com pequena reposição na terceira. As demais ordens apresentaram decréscimo constante da primeira até a terceira amostragem. Para AO6 e AO12, verificaram-se comportamentos semelhantes, em todas as ordens, mantendo-se estáveis entre a primeira e a segunda amostragem, com acréscimo na terceira (Figura 6).



**Figura 5.** Variação sazonal da mesofauna do solo nas três amostragens. Média de 6 repetições por amostragem. Campos Novos, SC, 2005/2006.

Org./m<sup>2</sup>

**Figura 6.** Variação sazonal da mesofauna do solo nas três amostragens. Média de 6 repetições por amostragem. Campos Novos, SC, 2005/2006.

### 4.2.3. Índices ecológicos da mesofauna edáfica.

A análise estatística dos resultados obtidos na primeira amostragem não detectou diferença entre os tratamentos para a Riqueza, Dominância de Simpson ( $I_s$ ) e Uniformidade de Pielou ( $e$ ). A diversidade variou de 0,8 a 1,3, (Tabela 10), sendo que os tratamentos TT, AM, AOM e AO3 apresentaram os maiores valores e os com adição de maior dose de dejetos (AO6 e AO12) os menores. O aumento da dose de dejetos foi diminuindo a diversidade de organismos (Tabela 10), efeito este que pode ter sido ocasionado pela adição altos valores de N (Tabela 1). Para Bortolli & Maia (1994), embora a maioria dos trabalhos apontem para o efeito positivo da aplicação de N para o desenvolvimento de organismos do solo, há resultados que indicam o contrário. O nitrogênio pode ter efeito negativo no desenvolvimento de organismos edáficos, como por exemplo sobre Oligochaeta, mas também pode não interferir no crescimento populacional de alguns indivíduos do solo, como por exemplo ácaros (BLUA & TOSCANO, 1994). O número de organismos  $m^{-2}$  variou de 696 a 2445, sendo o maior valor encontrado no tratamento onde foi adicionado dejetos + químico.

Na segunda amostragem (Tabela 10) observou-se que o tratamento TT foi o que obteve os maiores valores absolutos de riqueza, mas estatisticamente foi igual aos demais, com 13 ordens. A diversidade variou de 0,7 a 1,4, sendo nos tratamentos com adição de fertilizante mineral associado com dejetos (AOM) o maior valor e na maior dose de dejetos (AO12) o menor valor de  $H'$ , indicando que a alta dose do dejetos pode ter prejudicado a mesofauna do solo pela alta quantidade de compostos nitrogenados e cobre e zinco contida no dejetos. Por outro lado, a adubação organomineral favoreceu a fauna por ser uma adubação mais equilibrada e de melhor qualidade, adicionando matéria orgânica juntamente com minerais solúveis as plantas. Em um estudo de longa duração na Alemanha, avaliando comunidades de artrópodes do solo (RUSSELL & ALBERTI, 1998), verificam que onde havia contaminação pela adição de excessivas doses de matéria orgânica com metais pesados, houve prejuízo à comunidade de Collembola. Como mostrado anteriormente (Tabela 1), o dejetos utilizado suíno tem altos teores de Cu e Zn, e estes elementos podem ser prejudiciais à fauna edáfica (VERHOEF & MEINTSER, 1991). Os índices de  $I_s$  e  $e$  apresentaram os maiores valores no tratamento AOM e os menores no AO12, confirmando os dados anteriores. O número de org/ $m^2$  variou de 629 a 2816, sendo que o TT apresentou o maior número.

Na terceira amostragem somente verificou-se diferenças entre os tratamentos para a variável número de org / $m^2$ . Os valores de riqueza variaram pouco e ficaram entre 10 e 11,

sem apresentar diferenças estatísticas, possivelmente pela homogeneidade da cobertura de milho em estádio de enchimento de grãos. A diversidade também variou pouco de 0,93 a 1,09. Os demais índices tiveram valores muito semelhantes nesta amostragem, não constatando efeito das adubações sobre a mesofauna nesta época.

A análise dos valores médios das 3 amostragens confirma a inexistência de diferenças entre os tratamentos para a variável riqueza. Para H e Is observou-se rigorosamente a mesma variação, sendo que AOM, AM, TT e AO6 apresentaram os maiores valores com os tratamentos AO3 e AO12 com os menores valores, respectivamente. A diversidade (H), variou de 0,8 a 1,3 e o maior H foi no tratamento AOM e a menor no AO12 (Tabela 10). A uniformidade foi um pouco diferente, variando de 1,1 a 1,6, sendo mais uniforme o tratamento AM, possivelmente conseqüência do baixo número de organismos encontrados neste tratamento (857) e também da menor freqüência de Collembola e Acarina, que juntos somam 80% do total de organismos encontrados. O número de org. m<sup>2</sup> variou de 857 a 1923, sendo os maiores valores encontrados nos tratamentos AO12, TT, AOM e AO3, confirmando os trabalhos de Baretta (2003) e os menores no AO6 e AM, demonstrando que onde encontramos o maior número não indica que é o mais equilibrado, pois na maioria das vezes este alto valor pode ser de uma ou duas ordens dominado sobre as demais, o mesmo é válido para o baixo número, demonstrando que o tratamento pode ter sido prejudicial de uma maneira geral para a mesofauna, diminuindo assim o número de organismos como um todo.

Em um estudo na Austrália, em condições de clima semi-árido, constatou-se que a adição de material orgânico na superfície do solo beneficiou a sobrevivência de predadores e decompositores da fração orgânica do solo (ROBERTSON et al., 1994). Dados semelhantes em um estudo em diferentes sistemas de cultivos também demonstram os melhores valores dos índices ecológicos em sistemas onde possuía melhores teores de matéria orgânica do solo (ALVES et al., 2006).

**Tabela 10.** Riqueza de ordens (total e ordens encontradas), índices de diversidade de Shannon (H), dominância de Simpson (Is), uniformidade de Pielou (*e*), e densidade (Organismos m<sup>-2</sup>), da mesofauna edáfica nos seis tratamentos estudadas. Campos Novos - SC, 2005/2006. Média de seis repetições em cada época de amostragem.

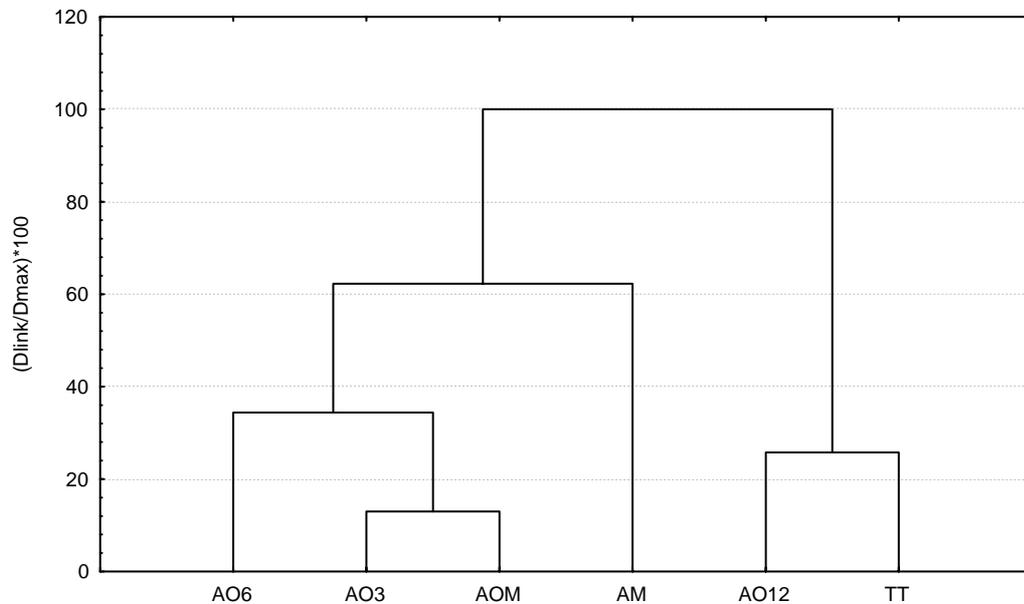
Tratamentos	Riqueza	H	Is	<i>e</i>	Org. m <sup>2</sup>
<b>05/05/2005</b>					
TT <sup>1</sup>	10*	1,2 ab	0,6 *	1,5 *	1144 b
AM <sup>2</sup>	8	1,3 a	0,7	1,7	696 b
AOM <sup>3</sup>	10	1,2 ab	0,6	1,5	2445 a
AO3 <sup>4</sup>	10	1,0 abc	0,5	1,3	1216 b
AO6 <sup>5</sup>	8	0,9 bc	0,5	1,4	1032 b
AO12 <sup>6</sup>	8	0,8 c	0,5	1,4	1029 b
<b>09/09/2005</b>					
TT <sup>1</sup>	13*	1,1 a	0,5 b	1,3 ab	2816 a
AM <sup>2</sup>	10	1,2 a	0,6 ab	1,7 a	629 c
AOM <sup>3</sup>	11	1,4 a	0,7 a	1,8 a	552 c
AO3 <sup>4</sup>	10	1,1 a	0,6 ab	1,5 a	1392 bc
AO6 <sup>5</sup>	9	1,3 a	0,6 ab	1,7 a	1059 c
AO12 <sup>6</sup>	10	0,7 b	0,3 c	0,9 b	2261 ab
<b>23/01/2006</b>					
TT <sup>1</sup>	10*	1,0 *	0,5 *	1,3 *	1517 b
AM <sup>2</sup>	10	1,0	0,5	1,4	1245 b
AOM <sup>3</sup>	10	1,1	0,6	1,3	1997 ab
AO3 <sup>4</sup>	11	1,0	0,5	1,2	2029 ab
AO6 <sup>5</sup>	10	1,1	0,5	1,3	1848 ab
AO12 <sup>6</sup>	11	0,9	0,5	1,1	2627 a
<b>Média das amostragens</b>					
TT <sup>1</sup>	11 *	1,1 ab	0,6 ab	1,4 abc	1826 a
AM <sup>2</sup>	9,33	1,2 ab	0,6 ab	1,6 a	857 b
AOM <sup>3</sup>	10,33	1,3 a	0,7 a	1,5 ab	1665 a
AO3 <sup>4</sup>	10,33	1,0 b	0,5 b	1,3 bc	1546 a
AO6 <sup>5</sup>	9,00	1,1 ab	0,6ab	1,4 abc	1313 ab
AO12 <sup>6</sup>	9,67	0,8 c	0,4 c	1,1 c	1972 a

<sup>1</sup>TT: testemunha; <sup>2</sup>AM: adubação mineral; <sup>3</sup>AOM: adubação dejetos + mineral; <sup>4</sup>AO3: adubação orgânica com 3 t.ha<sup>-1</sup>; <sup>5</sup>AO6: adubação orgânica com 6 t.ha<sup>-1</sup>; <sup>6</sup>AO12: adubação orgânica com 12 t.ha<sup>-1</sup>. Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de LSD a 5%;\* não significativo.

#### 4.2.4. Análise de agrupamento para mesofauna edáfica

Avaliando pela análise de agrupamento os valores médios das 3 amostragens, verificamos a formação de dois grandes grupos (Figura 7). Em um primeiro nível o tratamento

AM forma um agrupamento com similaridade de 38% entre os tratamentos AO6 e “AO3 e AOM” este ultimo com alta similaridade 87%. Em segundo nível a formação de um agrupamento entre os tratamentos AO12 e TT, com similaridade de 70% , reflexo este do alto valor de Collembola e de Acarina encontrada nestes tratamentos.



**Figura 7.** Dendrograma apresentando as distâncias de ligação entre os tratamentos, através do número de organismos por  $m^2$  da mesofauna edáfica, valores médios das três amostragens. Campos Novos, SC, 2005/2006. TT: testemunha; AM: adubação mineral; AOM: adubação dejetos + mineral; AO3: adubação orgânica com  $3 t.ha^{-1}$ ; AO6: adubação orgânica com  $6 t.ha^{-1}$ ; AO12: adubação orgânica com  $12 t.ha^{-1}$ .

## 5. CONCLUSÕES

- A frequência relativa das ordens da macrofauna foi afetada pela adição do dejetos suíno.
- Verificou-se variação sazonal para a população da macrofauna
- A ordem mais frequente na média das amostragens da mesofauna, em todos os tratamentos foi a Collembola seguida da Acarina, sendo que a frequência relativa de ácaros foi maior nos tratamentos com dejetos;
- A diversidade e a densidade da mesofauna edáfica foi influenciada pelas diferentes doses do dejetos suíno e da adubação mineral, sendo que a maior diversidade foi encontrada no tratamento onde se utilizou a adubação dejetos + mineral (AOM) e a menor diversidade foi encontrada no tratamento com maior dose de dejetos suíno (AO12).
- O tratamento com adubação mineral (AM), mostrou uma baixa similaridade em relação aqueles com adição de dejetos suíno (AO6, AO3 e AOM);

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O uso do solo como ambiente de descarte de dejetos suínos é uma alternativa aos produtores, mas também se caracteriza como um sério problema ambiental que ameaça a sustentabilidade da atividade suinícola em Santa Catarina.

A legislação ambiental, através da FATMA (Fundação do meio Ambiente de Santa Catarina), recomenda a utilização de no máximo 50 m<sup>3</sup> de dejetos por hectare, mas não orienta sobre a origem, concentração de nutrientes e teor de matéria seca contida no dejetos como parâmetros para a definição da dose máxima.

Neste trabalho, observamos que a aplicação de dejetos suínos teve efeito sobre a biota do solo conforme a quantidade de dejetos suíno aplicado, indicando que o uso inadequado deste resíduo pode causar impacto de dimensão ainda pouco conhecida. Por outro lado, a adição de esterco juntamente com fertilizantes minerais, respeitando a necessidade de nutrientes requerida pelas culturas pode apresentar resultados favoráveis à biota, demonstrando que existe possibilidade de aproveitamento do resíduo como fertilizante orgânico, com vantagens econômicas e ambientais, desde que sob rigorosos cuidados.

Para melhor entendimento do efeito da aplicação do dejetos suíno no solo, entende-se que existe urgência na condução de pesquisas mais aprofundadas para avaliações biológicas, químicas e físicas do solo em diferentes ambientes e doses. É importante, conduzir trabalhos de longa duração que permitam a avaliação a médio e longo prazo do acúmulo de nutrientes no solo e a contaminação de águas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSEN, A. Plant protection in spring cereal production with reduced tillage. II Pests and beneficial insects. **Crop Protection**, v.18, p.651-657, 1999.

ALMEIDA, A.C.R. **Uso associado de esterco líquido de suínos e plantas de cobertura de solo na cultura do milho**. 2000. 144p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.

ALVES, M.V; BARRETA, D.; CARDOSO, E.B.J.; Fauna epigeica em sistemas de plantio direto e convencional no estado de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo - XXX. 2005, Recife - PE . **Resumos expandidos...**Recife – PE, CD- ROM.

ALVES, M.V.; BARETTA, D.; CARDOSO, E.J.B.N. Fauna edáfica em diferentes sistemas de cultivo no estado de São Paulo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.5, n.1, p.33-43, 2006.

AQUINO, A.de M.; Reprodução de minhocas (Oligochaeta) em esterco suíno e bagaço de cana de açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.19, p.161-168, 1994.

BARETTA, D. **Atributos biológicos do solo em diferentes agroecossistemas na região sul do Brasil**. 2003. 123p. Dissertação de mestrado, (Mestrado em Ciência do Solo) - Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages, SC, 2003.

BARETTA, D. et al. Fauna edáfica avaliada por armadilhas de catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.2, p.97-106, 2003.

BARZOTTO, I.; et al. Avaliação da fauna edáfica em pomares de macieiras e em campos nativos, conduzidos nos sistemas orgânico e convencional de produção. In: XXX Congresso brasileiro de ciência do solo, Recife, PE. **Resumos...** CD-ROM, 2005.

BELLI FILHO, P. & LISBOA, H.L. Avaliação de emissões odorantes. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.3, n.3, p.101-106, 1998.

BLUA, M.J.; TOSCANO, N.C. *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) development and honeydew production as a function of cotton nitrogen status. **Environmental Entomology**, v.23, n.2, p.316-321, 1994.

BORTOLLI, S.A.; MAIA, I.G. **Influência da aplicação de fertilizantes na ocorrência de pragas**. In: SÁ, M.E.; BUZZETI, S. Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas. São Paulo: Icone. p.53-63, 1994.

BROWN, G.G.; HENDRIX, P.F.; BEARE, M.H. Earthworms (*Lumbricus rubellus*) and the fate of <sup>15</sup>N in surface-applied sorghum residues. **Soil Biology and Biochemistry**, v.30, p.1701-1705, 1998.

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

BÜCHS, W. Biodiversity and agri-environmental indicators-general scopes and skills with special reference to the habitat level. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.98, p.35-78, 2003.

BUSTON, C.H. Processing strategies for farm livestock slurries – an EU collaboration. **Ingénieries**. Cachan, p.5-10, 1996, Special issue.

BURTON, C.H. **Manure management**; treatment and strategies for sustainable agriculture. Wrest Park: Silsoe Research Institute, 181p. 1997.

CASSOL, P. C. **Eficiência fertilizante de estrumes de bovinos de leite e frangos de corte como fonte de fósforo às plantas**. 1999. 162f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1999.

CASSOL, P. C.; SARTOR, J. E.; SANTOS, A S. dos. Valores de pH e alumínio trocável do solo em função de doses de calcário e de estrumes de bovino, frango e suíno. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Recife. **Resumos expandidos...** Recife, CD Rom, 2005.

CQFS-RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre:SBCS/NRS, 400p. 2004.

CHAGNON, M.; HEBERT, C.; PARE, D. Community structures of Collembola in sugar maple forests: relations to humus type and seasonal trends. **Pedobiologia**, v.44, p.148–174. 2000.

CORREIA, M.E.F.; PINHEIRO, L.B.A. **Monitoramento da fauna do solo sob diferentes coberturas vegetais em um sistema integrado de produção agroecológica**, Seoprdica (RJ). Seropédica: Embrapa Agrobiologia, dez. 1999. 15p. (Embrapa, CNPAB, Circular técnica, n.3).

DECAËNS, T.; JIMÉNEZ, J.J.; LAVELLE, P. Effect of exclusion of the anecic earthworm *Martiodrilus carimaguensis* Jiménez and Moreno on soil properties and plant growth in grasslands of the eastern plains of Colombia. **Pedobiologia**, v.43, p.853-841, 1999.

DIESEL, R.; MIRANDA, C.R.; PERDOMO, C.C. Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos. **Boletim Informativo de Pesquisa** - Embrapa Suínos e Aves e Extensão - EMATER/RS, Agosto, 2002. (EMATER – BIPERS n.14)

DINDAL, D.L. Soil biology guide. New York: John Wiley, 1349p. 1990.

DUCATTI, F. **Fauna edáfica em fragmentos florestais e em áreas reflorestadas com espécies da mata atlântica**. 70p. 2002. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba - SP, 2002.

EDWARDS, C.A., BOHLEN, P.J. **Biology and Ecology of Earthworms**, 3rd ed. Chapman and Hall, London, 426 pp. 1996.

EDWARDS, C.A.; LOFTY, J.R. Nitrogenous fertilizers and earthworms populations in agricultural soils. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.14, p.515-521, 1982.

ERNANI, P.R.; GIANELLO, C. Necessidades da adição de nitrogênio para milho em solo fertilizado com esterco de suínos, cama de aves e adubos minerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.8, p.313-317, 1984.

FAO. **Food and agriculture organization of the united nations**. 2006. Disponível em: <[http://abcs.org.br/codigo/web/download/img/prod\\_mun\\_carne20.jpg](http://abcs.org.br/codigo/web/download/img/prod_mun_carne20.jpg)>. Acesso em: 03/11/2006, às 14h e 35 mim.

FRASER, P.M. The impact of soil and crop management practices on soil macrofauna. In: PANKHURST, C.E., DOUBE, B.M., GUPTA, V.V.S.R. (eds.) **Soil biota: management in sustainable farming system**. East Melbourne, CSIRO, p.125-132, 1994.

GARTNER, I.R.; GAMA, M.L.da S. Avaliação multicriterial dos impactos ambientais da suinocultura no distrito federal: um estudo de caso. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, Lavras, v.7, n.2, p.148-161, 2005.

GIACOMINI, S.J. et al. Emissão de óxido nitroso com a aplicação de dejetos líquidos de suínos em solo sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.11, p.1653-1661, 2006.

HAGVAR, S., ABRAHAMSEN, G., Collembola in Norwegian coniferous forest soils. III. Relations to soil chemistry. **Pedobiologia**, v.27, p.331–339. 1984.

HALME, J.; BECK, J.; OECHSNER, H. Management of livestock manure in Germany – a brief overview. **Ingénieries**, Cachan, p.11-22, 1996. Special issue.

HEALY, A **Contribution a l'étude comparative des nuisances olfactives emanant des elevages de porcs sur lisier ou sur litiere biomaitrisee.** 1996. 94p. Tese (Doctorat Veterinaire) - ECOLE Nationale Veterinaire d'Alfort, Alfort.1996.

HENDRIX, P.F. et al. **Soil Biota as component of sustainable agroecosystems.** p. 637-654. In: Edwards et al (ed). Sustainable agricultural system. Soil and Water conservation, 1990.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE - Estatística da Produção Pecuária** - dezembro de 2006. 24p. 2006.

IRMLER, U. Long-term fluctuation of the soil fauna (Collembola and Oribatida) at groundwater-near sites in an alder wood. **Pedobiologia.** v.48, p.349–363. 2004.

IRMLER, U. Climatic and litter fall effects on collembolan and oribatid mite species and communities in a beech wood based on a 7 years investigation. **European Journal of Soil Biology**, v.42 p.51–62, 2006.

KLADIVKO, E.J. Tillage systems and soil ecology. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.61, p.61-76, 2001.

KLADIVKO, E.J.; TIMMENGA, H.J. Earthworms and agricultural management. In: BOX, J.E.; HAMMOND, L.C., eds. **Rhizosphere Dynamics**, Madison: ASA, 1990. p192-216. (ASA. Selected Symposium, 113).

LANGAN, A.M.; SHAW, E.M. Responses of the earthworm *Lumbricus terrestris* (L.) to iron phosphate and metaldehyde slug pellet formulations. **Applied Soil Ecology**, v.34, p.184–189, 2006.

LAVELLE, P.; BLANCHART, E; MARTIN, A; SPAIN, A.V; MARTIN, S. (1992). **The impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics.** In: Sanchez PA, Lal R (eds) Myths and science of soils of the tropics. (SSSA special publication) SSSA, Madison, Wis. p157–185.

LEROY, B.L.M.M. et al. The application of vegetable, fruit and garden waste (VFG) compost in addition to cattle slurry in a silage maize monoculture: Effects on soil fauna and yield, **European Journal of Soil Biology**, In Press, Corrected Proof, Available online 27 November, 2006.

LINDBERG, N. **Soil Fauna and Global Change.** Responses to Experimental Drought, Irrigation, Fertilisation and Soil Warming. 2003. 37p. Doctoral thesis - Swedish University of Agricultural Sciences. 2003.

MINER, J.R. Alternatives to minimize the environmental impact of large swine production units. **Journal of Animal Science**, Philadelphia - PA, v.77, n.2, p.440 – 444, 1999.

MOREIRA, E.B. **Efeito fertilizante de dejetos suíno aplicado em lavoura sob plantio direto.** Dissertação de Mestrado – (Mestrado em Ciência do Solo) - Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages, SC, 2004.

MORVAN, T. **Quantification et modélisation des flux d'azote résultant de l'épandage de lisier**. 1999. 157f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Université Paris 6, Paris, 1999.

OLIVEIRA, E.; PARIZOTTO, M.L.V. **Características e uso fertilizante de esterco de suíno**. Londrina, IAPAR, 1994. 24p. (IAPAR, Circular, 83).

OUÉDRAOGO, E.; MANDO, A.; BRUSSAARD, L. Soil macrofauna affect crop nitrogen and water use efficiencies in semi-arid West Africa, **European Journal of Soil Biology**, v.42, p.275-277, 2006.

PANDOLFO, C.M. et al. Estudo da mesofauna edáfica em diferentes sistemas de manejo do solo e fontes de nutrientes. **Agropecuária Catarinense**. Florianópolis, v.18, n.2, p. 63–67, 2005.

PASCHOAL, A.D.; MONTEIRO, A.R.; FERRAZ, L.C.C.B. **Animais de interesse agrícola, veterinário e médico: apontamentos práticos da zoologia e parasitologia**. Piracicaba: DECALQ, 224p. 1992.

PONGE, J.F.; PRAT, B. Les Collemboles, indicateurs du mode d'humification dans les peuplements résineux, feuillus et málangés: résultats obtenus en forêt d'Orléans. **Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol**. v.19, p.237–250. 1982.

ROBERTSON, L.N.; KETTLE, B.A.; SIMPSON, G.B. The influence of tillage practices on soil macrofauna in a semi-arid agroecosystem in northeastern Australia. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.48, p.149-156, 1994.

RUSSELL, D.J., ALBERTI, G. Effects of long-term, geogenic heavy metal contamination on soil organic matter and microarthropod communities, in particular Collembola. **Applied Soil Ecology**, v.9, p.483–488, 1998.

SAS Institute Inc. (2004). SAS<sup>®</sup> *Learning Edition* 2.0. Cary, NC: SAS Institute Inc.

SCHERER, E.E.; AITA, C.; BALDISSERA, I.T. **Avaliação da qualidade do esterco líquido de suínos da região Oeste catarinense para fins de utilização como fertilizante**. Florianópolis: Epagri, 1996. 46p. (EPAGRI - Boletim Técnico, 79).

SCHERER, E. E.; CASTILHOS, E.G. Esterco de Suínos como fonte de nitrogênio para milho e feijão da safrinha. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.7, p.25-28, 1994.

SECEX. **Secretaria do Comércio Exterior**. 2006. Disponível em: <[http://abcs.org.br/codigo/web/download/img/exp\\_bras\\_carne22.jpg](http://abcs.org.br/codigo/web/download/img/exp_bras_carne22.jpg)>. Acesso em: 03/11/2006, às 14h e 40 mim.

SEDIYAMA, A.N. et al. Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e dejetos de suínos. **Scientia Agrícola**, v.57, n.1, 2000.

SEGANFREDO, M.A. Efeito de dejetos de suínos sobre o nitrogênio total, amônio e nitratos na superfície e subsuperfície do solo. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2., 1998., Santa Maria, RS. **Anais...**, Santa Maria: SBCS-NRS 1998.

SEIFFERT, N.F.; PERDOMO, C.C. **Aptidão de solos da bacia hidrográfica do rio do peixe para aporte de fertilizantes orgânicos**. EMBRAPA/CNPSA - Concórdia – SC, 1998. (EMBRAPA - Comunicado Técnico, 230).

SILESHI, G.; MAFONGOYA, P.L. Long-term effects of improved legume fallows on soil invertebrate macrofauna and maize yield in eastern Zambia. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Ottawa, v.115, p.69-78. 2006,

SILVA, R.F. Da et al. Populações de oligoquetos (Annelida: Oligochaeta) em um Latossolo Vermelho submetido a sistemas de uso do solo. **Ciência Rural**, v.36, n.2, p.673-677, 2006.

SILVAN, N., LAIHO, R., VASANDER, H. Changes in mesofauna abundance in peat soils drained for forestry. **Forest Ecology and Management**, v.133, p.127–133, 2000.

SOUTHWOOD, R. **Ecological methods with particular reference to the study of insect populations**, p.144-146, 1968.

SOUZA, M.F.L. de;. **Brazilian Atlantic Rainforest Remnants and Mycorrhizal Symbiosis – Implications for Reforestation. A case study in Sergipe, Northeast, Brasil**. 2003, 213p. Tese de Doutorado. (Doutorado em Natural Science) - Faculty of Biology and Chemistry – Bremen University. Bremen, Germany, 2003.

SWIFT, M.J.; HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M. **Decomposition in Terrestrial Ecosystems**. Oxford: Blackwell, 372p. 1979.

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

THIMMAYYA, A. 1998. **The Effects of Fertilization on Soil and Litter Fauna in Oak Forest**. Disponível em: <<http://courses.mbl.edu/SES/data/project/1998/thimmayya.pdf>> Acesso em: 09/01/2007, às 11h e 50 mim.

THOMANZINI, M.J.; THOMANZINI, A.P.B.W. **Levantamento de insetos e análise endomofauna em florestas, capoeira e pastagem no Sudeste Acreano**. Rio Branco: EMBRAPA Acre, 2002. 41p. (EMBRAPA - Circular Técnica, 35).

VENTURINI, S. F. **Efeito do uso de vermicomposto na população de organismos edáficos, nutrição e produção de grãos de feijoeiro**. 2003. 67p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Agronomia), Centro de Ciências Rurais, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2003.

VERHOEF, H.A. AND S. MEINTSER. 1991. **The role of soil arthropods in nutrient flow and the impact of atmospheric deposition**. In: Veeresh, G.K., D. Rajagopal, and C.A. Viraktamath (Eds.), *Advances in Management and Conservation of Soil Fauna*, 10th Int. Soil

Zool. Coll, and 7 th Int. Coll. Apterygota, Bangalore, India. August 1998. Vedams Book Int., New Delhi. Pp. 497-506.

WARDLE, D. A. et. al. The detritus foo-web and the diversity of soil fauna as indicators of disturbance regimes in agro-ecosystems. **Plant and Soil**, Springer, Netherlands, v.170. p.35-43. 1995.

WARREN, M.W.; ZOU, X. Soil macrofauna and litter nutrients in three plantations on a disturbed site in Puerto Rico. **Forest Ecology and Management**, Wageningen, Netherlands, v.170, p.161-171, 2002.

WINK, C. et al. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 4, n.1, p. 60-71, 2005.