

**MÔNICA PAUL FREITAS**

**FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE OLIGOCHAETA EDÁFICOS EM  
HORTAS SOB SISTEMAS  
CONVENCIONAL E ORGÂNICO NO MUNICÍPIO DE CANOINHAS/SC**

**CURITIBA  
2007**

**MÔNICA PAUL FREITAS**

**FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE OLIGOCHAETA EDÁFICOS EM  
HORTAS SOB SISTEMAS  
CONVENCIONAL E ORGÂNICO NO MUNICÍPIO DE CANOINHAS/SC**

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

Orientador: Prof. Dr. Jair Alves Dionísio  
Co-orientadores: Prof. PhD Antônio Carlos V. Motta  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ida Chapaval Pimentel

**CURITIBA  
2007**

Freitas, Mônica Paul

Flutuação populacional de *Oligochaeta edáficos* em hortas cultivadas em sistemas orgânicos e convencional no município de Canoinhas – SC / Mônica Paul Freitas.— Curitiba, 2007.

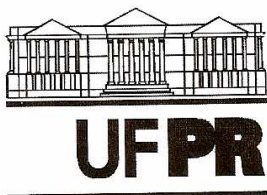
viii, 61 f.

Orientador: Jair Alves Dionísio.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

1. Minhoca (Biologia do solo) – Canoinhas (SC). 2. Agricultura orgânica – Canoinhas (SC). 3. Agricultura sustentável – Canoinhas (SC). 4. Ecologia agrícola – Canoinhas (SC). I. Título.

CDU 631.468.514.239(816.42)  
CDD 631.584



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA AGRÍCOLA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO(MESTRADO)  
Rua dos Funcionários, 1540-Curitiba/PR-80035-050-Fone/Fax 41-3350-5648  
Página: [www.pgcisolo.agrarias.ufpr.br/](http://www.pgcisolo.agrarias.ufpr.br/)  
E-mail: [pgcisolo@ufpr.br](mailto:pgcisolo@ufpr.br)

## PARECER

Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, para realizar a argüição da Dissertação de Mestrado, apresentada pela candidata **MÔNICA PAUL FREITAS**, sob o título: **“Flutuação populacional de oligoquetas edáficos em hortas sob sistemas convencional e orgânico no município de Canoinhas/SC”**, requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo – Área de Concentração: Química e Biologia do Solo e Nutrição de Plantas, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haverem analisado o referido trabalho e argüido a candidata, são de Parecer pela **“APROVAÇÃO”** da Dissertação, completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de **Mestre em Ciência do Solo – Área de Concentração: “Química e Biologia do Solo e Nutrição de Plantas”**.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, em Curitiba, 31 de agosto de 2007.

  
Prof. Dr. Jair Alves Dionísio, Presidente.

  
Prof.ª Dr.ª Ida Chapaval Pimentel, I.ª Examinadora.

  
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida Cassilha Zawadneak, II.ª Examinadora.



“Quando pensar em desistir, lembre-se da luta que foi começar,  
e não desista”.

## AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aos meus pais, Junior e Marli, que nunca mediram esforços para investir e incentivar a minha formação.

Aos meus irmãos, Luiz Fernando e Bruno, pela ajuda nas coletas.

Ao meu marido, Alan, pela ajuda nas coletas, pelo apoio durante toda a execução do meu trabalho, pelo carinho e paciência a mim dedicados.

Ao Prof. Dr. Jair Alves Dionísio, pelo incentivo, ajuda e conhecimentos compartilhados.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Ida Chapaval, pela indicação para a realização deste curso e por mais uma vez estar ao meu lado, ajudando e apoiando a minha formação.

Ao Prof. PhD Antônio Carlos Vargas Motta, pela co-orientação e pelos conhecimentos compartilhados.

A Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Aparecida Cassilha Zawadneak pelo apoio na finalização deste trabalho.

Ao Sr. Valderez e a Sra. Marlene, pela permissão para a execução do trabalho em suas propriedades.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, pela acolhida.

À UnC- Canoinhas pelo incentivo financeiro, através da concessão de bolsa de auxílio a capacitação de docentes.

Aos Professores e Funcionários do DSEA da UFPR.

Aos colegas de mestrado pelo apoio e incentivo durante o curso.

## SUMÁRIO

|  |     |
|--|-----|
| <b>LISTA DE FIGURAS</b> .....  | vii |
| <b>LISTA DE TABELAS</b> .....  | vii |
| <b>RESUMO</b> .....  | ix  |
| <b>ABSTRACT</b> .....  | x   |
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....   | 01  |
| <b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....                                      | 04  |
| 2.1 O CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL .....                         | 04  |
| 2.2 MACROFAUNA DO SOLO .....   | 05  |
| 2.2.1 Fauna do solo como indicador de qualidade do solo.....               | 06  |
| 2.2.2. Fatores que afetam a densidade da macrofauna .....                  | 08  |
| 2.3 COMUNIDADE DE MINHOCAS .....   | 09  |
| 2.3.1 Influência dos Oligoquetas edáficos nas características do solo..... | 14  |
| 2.4 AGRICULTURA ORGÂNICA X AGRICULTURA CONVENCIONAL ...                    | 18  |
| 2.5 OLERICULTURA .....   | 21  |
| <b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....  | 23  |
| 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....                                 | 23  |
| 3.1.1 Sistemas .....   | 25  |
| 3.2 COLETA DAS AMOSTRAS .....  | 27  |
| 3.3 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE DO SOLO .....                          | 31  |
| 3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....  | 31  |
| <b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....                                    | 32  |
| 4.1 DENSIDADE E BIOMASSA DOS OLIGOCHETA EDÁFICOS.....                      | 32  |
| 4.2 VARIAÇÃO SAZONAL DOS OLIGOCHAETAS EDÁFICOS .....                       | 40  |
| 4.3 TAXONOMIA DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS.....                                | 45  |
| <b>5. CONCLUSÕES</b> .....   | 47  |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....                                    | 48  |
| <b>ANEXOS</b> .....  | 55  |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 1 – VISTA PARCIAL DA ÁREA DE SISTEMA DE CULTIVO ORGÂNICO DE OLERÍCOLAS, CANOINHAS-SC, 2006.....   | 26 |
| FIGURA 2 – VISTA PARCIAL DA ÁREA DE SISTEMA DE CULTIVO CONVENCIONAL DE OLERÍCOLAS, CANOINHAS-SC, 2006.....                                     | 27 |
| FIGURA 3 – RETIRADA DA CAMADA 0-10 cm DO SISTEMA DE CULTIVO ORGÂNICO E ACONDICIONAMENTO DA AMOSTRA EM SACO PLÁSTICO .....                      | 29 |
| FIGURA 4 – RETIRADA DA AMOSTRA DA CAMADA 10-20 cm DO SISTEMA DE CULTIVO ORGÂNICO .....   | 30 |
| FIGURA 5 – FLUTUAÇÃO DA UMIDADE NA CAMADA DE 0-10 cm DOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL DURANTE O ANO DE 2006, CANOINHAS-SC.....  | 38 |
| FIGURA 6 – FLUTUAÇÃO DA UMIDADE NA CAMADA DE 10-20 cm DOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO DURANTE O ANO DE 2006, CANOINHAS-SC..... | 39 |
| FIGURA 7 – FLUTUAÇÃO DA UMIDADE NA CAMADA DE 20-30 cm DOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL DURANTE O ANO DE 2006, CANOINHAS-SC..... | 39 |
| FIGURA 8 - PLUVIOSIDADE E TEMPERATURA MÉDIA MENSAL DE 2006 EM CANOINHAS-SC .....   | 42 |



## LISTA DE TABELAS

|            |  |    |
|------------|--|----|
| TABELA 1-  | ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO DOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL DE OLERÍCOLAS, EM TRÊS PROFUNDIDADES CANOINHAS-SC, 2006.....                           | 24 |
| TABELA 2-  | ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO SOLO DOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL DE OLERÍCOLAS, EM TRÊS PROFUNDIDADES CANOINHAS-SC, 2006.....                    | 24 |
| TABELA 3 – | DENSIDADE POPULACIONAL E BIOMASSA DE OLIGOQUETAS EDÁFICOS NOS SISTEMAS ORGÂNICO E CONVENCIONAL, EM TRÊS PROFUNDIDADES, CANOINHAS-SC, 2006.....                 | 32 |
| TABELA 4 – | DENSIDADE POPULACIONAL DE OLIGOQUETAS EDÁFICOS NOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL, NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, CANOINHAS-SC, 2006.....          | 36 |
| TABELA 5 – | DENSIDADE POPULACIONAL E BIOMASSA DE OLIGOQUETAS EDÁFICOS OBTIDAS NOS SISTEMAS ORGÂNICO E CONVENCIONAL, EM TRÊS PROFUNDIDADES, CANOINHAS-SC, 2006.....         | 41 |
| TABELA 6 – | DENSIDADE POPULACIONAL E BIOMASSA DE OLIGOQUETAS EDÁFICOS OBTIDAS NO SISTEMA ORGÂNICO EM TRÊS PROFUNDIDADES NAS DIFERENTES ÉPOCAS DE COLETA, CANOINHAS-SC .... | 44 |
| TABELA 7 – | OCORRÊNCIA DE OLIGOQUETA EDÁFICOS NOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL CANOINHAS-SC, 2006.....  | 45 |

## RESUMO

Os oligoquetas edáficos são conhecidos por contribuírem para a melhoria da fertilidade do solo, diminuir a densidade aparente e aumentar a porosidade do solo, misturar a matéria orgânica e proporcionar a agregação das partículas do solo. Dessa forma, podem ser utilizados como indicadores da qualidade dos solos. O presente trabalho teve por objetivo monitorar bimensalmente a flutuação populacional e biomassa dos oligoquetas edáficos no solo de hortas sob sistemas de cultivo orgânico e tradicional, no município de Canoinhas-SC no ano de 2006. A coleta dos oligoquetas foi realizada utilizando-se o método do TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility) descrito por ANDERSON & INGRAM (1993). Nos sistemas em estudo foram definidos, aleatoriamente, três pontos de amostragem equidistantes em 5 m, ao longo de um canteiro. Em cada ponto, foi amostrado um monólito de solo de 0,25 x 0,25 m de largura e 0,30 m de profundidade. Cada monólito foi subdividido em camadas de 0–10 cm, 10–20 cm e 20–30 cm, para avaliar a distribuição vertical dos animais. Os dados foram avaliados segundo um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3x6, respectivamente, dois sistemas de manejo, três profundidades e seis épocas de coleta. A densidade populacional e a biomassa dos oligoquetas edáficos foram superiores no sistema de cultivo orgânico (222,22 ind m<sup>-2</sup> e 19,55 g m<sup>-2</sup>), quando comparado ao sistema convencional (19,55 ind m<sup>-2</sup> e 4,58 g m<sup>-2</sup>). A maior densidade populacional foi observada na camada mais superficial (0-10 cm), tanto no sistema orgânico como no sistema convencional (174,22 ind m<sup>-2</sup> e 16,00 ind m<sup>-2</sup>, respectivamente). No sistema orgânico, nas estações primavera e verão foram obtidos valores de densidade populacional e biomassa significativamente superiores as demais estações. Os oligoquetas edáficos encontrados em ambos os sistemas pertencem à família Megascolecidae (70,87%), Lumbricidae (7,44%), Acanthoidrillidae (6,15%) e Octochaetidae (5,82%). A família Glossoscolecidae (9,71%), foi encontrada apenas no sistema orgânico. A qualidade biológica do solo submetido ao sistema orgânico de cultivo de olerícolas é superior em relação ao solo submetido ao sistema convencional.

Palavras-chave: minhocas, densidade, biomassa, olericultura

## ABSTRACT

Earthworms can be used to decrease the density apparent and go up the porous of the soil, stir the matter organic and proportionate the aggregation from the particles of the soil. By the way, they can be used as an indicative of soils quality. The work was established to monitor the fluctuation of the population and biomass of soil Oligochaeta into the soil of vegetable gardens under organic and traditional cultivation, in Canoinhas SC, in 2006. The oligoquetas was collected by using the method of the TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility) description for ANDERSON & INGRAM (1993). The treatments were three factor completely randomized among the two treatments, the three depths and the six season of collection. The Oligochaeta density and biomass was higher into the organic system (222,22 ind m<sup>-2</sup> and 19,55 g m<sup>-2</sup>), when compared the conventional system (19,55 ind m<sup>-2</sup> and 4,58 g m<sup>-2</sup>). The largest density was observed on less deeper layer (0-10 cm), as many into the organic system and into the conventional (174,22 ind m<sup>-2</sup> and 16,00 ind m<sup>-2</sup> respectively ). In the organic system, the spring and summer have been obtained values of density and mass significantly highest than in the other seasons. The Oligochaeta founded in both systems belongs to Megascolecidae family (70,87%), Lumbricidae (7,44%), Octochaetidae (5,82%) e Acanthoidrillidae (6,15%). The Glossoscolecidae (9,71%) family was found only into the organic system. The soil biologic quality submitted the organic is higher than the soil submitted to the conventional system.

Key-words: earthworms , density , biomass, horticulture.

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios para a agricultura é o desenvolvimento de sistemas agrícolas que possam produzir alimentos em quantidades e qualidade suficientes, sem afetar desfavoravelmente nossos recursos de solo e o meio ambiente.

Diante disso há um aumento do interesse por parte dos agricultores por sistemas alternativos de produção que aumentem a rentabilidade e melhorem a qualidade de vida no meio rural, além de preservar a capacidade produtiva do solo em longo prazo (EHLERS, 1999).

As práticas agrícolas como monoculturas, fertilização mineral, uso de agrotóxicos, resíduos de manejo, uso de maquinário agrícola, irrigação e manejo inadequado podem afetar significativamente a qualidade do solo, alterando as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

O aumento da necessidade de cultivo de solos para a produção de alimento tem causado preocupação quanto à questão do mau uso do solo. O monitoramento da qualidade do solo é um meio de prevenção do esgotamento do mesmo, e práticas agrícolas adequadas podem auxiliar a manutenção desta qualidade.

A concepção de qualidade do solo leva em conta diferentes atributos como: o próprio solo, produtividade biológica, produtividade das culturas, qualidade ambiental e saúde e bem estar do homem e demais animais (VALARINI, 2002).

Existe uma preocupação crescente sobre os efeitos adversos da produção intensiva e acerca do uso excessivo de fertilizantes químicos e agrotóxicos; daí surge o interesse na agricultura orgânica e apesar disso são poucas as informações de pesquisa disponíveis sobre o assunto.

O uso de rotação de culturas, e aplicação de agentes biológicos, são práticas recomendadas para restaurar ou aumentar a qualidade dos solos. Historicamente e mesmo recentemente, propriedades químicas e físicas têm sido utilizadas como parâmetros de medida de produtividade do solo (VALARINI et al., 2002).

Existem diferentes métodos físicos e químicos para se monitorar a qualidade do solo. Porém, a qualidade biológica, não pode ser avaliada pelas propriedades pedológicas, e sim por parâmetros biológicos. Comunidades ou indivíduos da micro, meso ou macrofauna têm potencial para serem utilizados como bioindicadores. (PAOLLETI, 1999 b)

Segundo PAOLLETI et al., (1998), as minhocas são consideradas excelentes indicadores do tipo de uso e qualidade do solo. A sua densidade populacional e biomassa são influenciadas pelas práticas agrícolas, como revolvimento do solo, mecanização, uso de pesticidas e fertilizantes sintéticos, teor de matéria orgânica, entre outras, além de características climáticas e características intrínsecas do solo (EDWARDS, 1983).

Apesar da relevância da macrofauna edáfica para o funcionamento dos ecossistemas, poucos estudos têm sido realizados, especialmente em se tratando de cultura de olerícolas, para avaliar os efeitos das práticas de manejos sobre os organismos da macrofauna. O conhecimento da fauna edáfica pode contribuir para a avaliação da sustentabilidade de sistemas agrícolas, com diferentes práticas de manejo do solo.

Portanto a composição e as variações que a comunidade da macrofauna sofre frente às intervenções agrícolas realizadas podem fornecer subsídios em relação à qualidade biológica, química e física do solo.

O presente trabalho teve o objetivo de monitorar a flutuação populacional e biomassa de Oligochaeta edáficos, em áreas de cultivo orgânico e convencional de olerícolas, no município de Canoinhas-SC.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

A preocupação crescente da sociedade com a preservação e conservação dos recursos naturais tem despertado o interesse de tecnologias para a implantação de sistemas agrícolas com enfoque ecológico, rentável e socialmente justo. Neste enfoque o empreendimento se orienta para o uso sustentável da água, solo, fauna, flora, energia e minerais.

A agricultura sustentável, produtiva e ambientalmente equilibrada utiliza práticas conservacionistas de preparo do solo, rotação de culturas, adubação verde, controle biológico de pragas bem como o emprego eficiente dos recursos naturais. Este tipo de agricultura tem como base os processos biológicos de interação solo - planta - organismos do solo (CORREIA, 2002).

Alguns parâmetros podem ser utilizados como indicadores, no caso do solo um indicador deve ser sensível às mudanças pelo uso da terra e pelas práticas de manejo, mostrando mudanças significativas (STTOT et al. 1999).

Segundo POWER et al. (1998), um bom indicador de qualidade do solo deve compreender três categorias: (a) física – estrutura do solo, (b) nutricional – qualidade e quantidade de matéria orgânica e atividade microbiana, e (c) biológica – integração da atividade dos organismos do solo e da composição química e física do solo.

A fauna do solo além de ser um agente é também um reflexo das condições do solo, pois a estrutura dos agregados, a quantidade de poros, umidade, teor de matéria orgânica, o teor de nutrientes, determinam quais os grupos de organismos estarão presentes em determinado solo e em qual quantidade. Desta forma

mudanças na abundância relativa e na diversidade de espécies de organismos do solo constituem um bom indicador de mudanças no sistema (CURRY e GOOD, 1992) e o conhecimento da fauna edáfica pode contribuir para a avaliação do grau de sustentabilidade de uma prática agrícola (LINDEN et al., 1994).

## 2.2 MACROFAUNA DO SOLO

Por sua íntima associação com os processos que ocorrem no solo e sua grande sensibilidade a interferências no ambiente, a composição da fauna do solo reflete o padrão de funcionamento do ecossistema.

Dentre os organismos que constituem a fauna do solo, a macrofauna edáfica compreende os maiores invertebrados (organismos com mais que 10 mm de comprimento ou com mais de 2 mm de diâmetro corporal), como minhocas, coleópteros em estado larval e adulto, centopéias, cupins, formigas, piolhos de cobra, tatuzinhos e aracnídeos (WOLTERS, 2000; LAVELLE e SPAIN, 2001). Os seguintes grupos taxonômicos incluem componentes da macrofauna edáfica: Diptera (moscas, mosquitos); Hemiptera, atualmente classificado como Heteroptera (percevejos); Homoptera (cigarra, cigarrinha, pulgões e cochonilhas); Coleoptera (besouros); Thysanoptera (trips), Orthoptera (gafanhoto, grilo, esperança, paquinha); Psocoptera; Blattodea (barata); Dermaptera (tesourinha); Isopoda (tatuzinho de jardim); Diplopoda (gongolo ou piolho de cobra); Symphyla; Chilopoda (lacraias e centopéias); Araneae (aranhas); Pseudoscorpionida; Opilionida (opiliões); Gastropoda (lesmas e caracóis); Oligochaeta (minhocas); Hymenoptera (formigas, vespas, abelhas e marimbondos); Isoptera (cupins).



As minhocas são os principais representantes da macrofauna e são importantes no ciclo de nutrientes, estando relacionadas à decomposição do material vegetal, distribuição de nutrientes no solo, disponibilizando-os para a absorção pelas plantas (BROWN et al. 1998).

Organismos como os térmitas, as formigas, as minhocas e larvas de coleópteros, são denominados "engenheiros do ecossistema", pois atuam na formação galerias, ninhos, câmaras e bolotas fecais, que modificam as propriedades físicas dos solos onde vivem e a disponibilidade de recursos para outros organismos (WOLTERS, 2000). Por meio de suas ações mecânicas no solo, a macrofauna contribui na formação de microagregados estáveis, que podem proteger parte da matéria orgânica de uma mineralização mais rápida e que constituem, também, uma reserva de nutrientes potencialmente disponíveis para as plantas (LAVELLE e SPAIN, 2001; DECÄENS et al., 2003).

A relação entre a densidade populacional e a profundidade é relatada por vários autores. KÜHNELT (1961) destacou que os artrópodes são mais abundantes nos quatro primeiros centímetros da superfície do solo. A população de minhocas, segundo FRAGOSO e LAVELLE (1992) se concentram até as camadas de 10 cm do solo. A maior concentração populacional nas camadas de 0-20 cm do solo foi citada por TADROS (1980) que encontrou cerca de 70% do total da fauna nessa profundidade.

### 2.2.1 Fauna do solo como indicador de qualidade do solo

Dentre os organismos que atuam no funcionamento biodinâmico do solo destaca-se a fauna edáfica, que participa do complexo serrapilheira-solo,

desempenhando importante papel na ciclagem de nutrientes e na estrutura física do solo (BARROS et al., 2001).

A atividade biológica do solo é uma denominação genérica para a ação dos organismos vivos do solo, tanto animais quanto vegetais. Esses organismos têm forte influência na gênese e manutenção dos constituintes do solo, principalmente nos horizontes superficiais.

As comunidades de organismos micro e macroscópicos que habitam o solo realizam atividades imprescindíveis para a manutenção e sobrevivência das comunidades vegetais e animais. No solo as principais atividades dos organismos são a decomposição da matéria orgânica, produção de húmus, ciclagem de nutrientes e energia, fixação de nitrogênio atmosférico, produção de compostos complexos que causam agregação do solo, decomposição de xenobióticos e controle biológico de pragas e doenças, proporcionando assim, condições ideais para uma biodiversidade extremamente elevada (DECÄENS et al., 2003).

A macrofauna pode ser também vetora de microrganismos simbióticos das plantas, como fixadores de nitrogênio e fungos micorrízicos, e são capazes de digerir, de maneira seletiva, microrganismos patogênicos (BROWN et al, 1998).

Em função do seu tamanho, a macrofauna, apresenta características morfológicas que favorecem fortemente sua atuação na fragmentação da matéria orgânica, e nas características físicas do solo.

Para CORREIA e ANDRADE (1999), os recursos alimentares disponíveis, como também a estrutura de “microhabitat” gerado, possibilitam a colonização de várias espécies da fauna do solo com estratégias diferentes de sobrevivência. Nesse caso, quanto mais diversificada for a cobertura vegetal, maior o número de nichos a

serem colonizados, resultando, portanto, em maior diversidade das comunidades da fauna do solo.

Diversos estudos têm levantado a hipótese de que a diversidade e abundância da macrofauna invertebrada do solo, assim como a presença de determinados grupos em um sistema, podem ser usadas como indicadores eficientes da qualidade dos solos (PAOLETTI, 1999a e BARROS et al., 2003), pois são muito sensíveis à modificação da cobertura vegetal do solo (LAVELLE et al., 1994).

Assim, dada à sua grande sensibilidade a interferências no ecossistema, sua abundância e composição refletem o padrão de funcionamento do ecossistema. Desta forma, alterações na composição de espécies e na abundância relativa dos invertebrados do solo constituem-se bons indicadores de mudanças no sistema (STORK e EGGLETON, 1992).

Segundo AQUINO (2001) as minhocas podem ser usadas como bioindicadoras de qualidade do solo, e por melhorarem as propriedades físicas do solo contribuem para uma melhor produtividade agrícola.

### 2.2.2. Fatores que afetam a densidade da macrofauna

As alterações na fauna edáfica podem ser devidas, ao uso da terra, modificações no ambiente, preparo do solo e pela adição de matéria orgânica nos sistemas de cultivo adotados (DIDDEN et al., 1994, BARETTA et al., 2003).

As práticas de manejo adotadas em um sistema de produção podem afetar direta ou indiretamente a fauna do solo. De forma direta destacam-se a ação

mecânica do preparo (aração e gradagem) e as aplicações de agrotóxicos. As indiretas relacionam-se as alterações no habitat e nos recursos alimentares.

O volume de poros, a umidade, a ventilação e a temperatura do solo são os fatores abióticos que mais influenciam na ocorrência e na seleção de artrópodes de solo. Nas lavouras, a mecanização e o preparo intenso do solo causam seu adensamento, desestruturação e impermeabilização (LIMA e TEIXEIRA, 2002).

A influência das estações do ano, sobre a densidade populacional, está diretamente ligada com as oscilações de temperatura e umidade. Essas oscilações podem determinar as migrações verticais da fauna edáfica, conforme destacou KÜHNELT (1961).

Os organismos da macrofauna respondem às diversas intervenções antrópicas realizadas no meio ambiente (LAVELLE e SPAIN, 2001).

Assim sendo, o sistema de plantio e a adição de matéria orgânica provocam alterações químicas, físicas e biológicas no solo (ALVES et al., 2005), tais modificações, podem ter efeitos benéficos ou prejudiciais, para a fauna.

De modo geral, coberturas com leguminosas, favorecem um maior número de organismos epiedáficos, bem como um maior número de espécies, pois a disponibilidade de ambientes favoráveis é maior (BARROS, 2001).

### 2.3 COMUNIDADES DE MINHOCAS

As minhocas fazem parte do Filo Annelida pertencem à classe Oligochaeta e a ordem Opisthospora, da qual destacam-se famílias terrícolas como Glossocolecidae, Lumbricidae, Megascolecidae, com grande números de gêneros e espécies (ASSAD, 1997).

As minhocas são seres saprófitos, alimentam-se principalmente de detritos orgânicos em vários estágios de decomposição. Assim, normalmente estão em maior número em solos ricos em matéria orgânica ou que possuam ao menos uma camada de húmus na superfície (BARNES, 1984).

As minhocas são organismos visíveis a olho nu e todos os solos onde elas estão presentes são considerados de boa produtividade agrícola, sendo então consideradas como símbolo de boa qualidade do solo, pois para sobreviver precisam de um alto grau de umidade e teor de matéria orgânica (MEINICKE, 1983).

As minhocas são procriadoras contínuas, produzindo ovos ao longo do ano inteiro. Seus ovos estão contidos em casulos, as quais são depositadas na superfície do solo ou em maior profundidade quando o solo está mais seco. A maioria das espécies produz casulos quando a temperatura, umidade, nutrientes e outros fatores ambientais estão adequados. A maioria dos casulos é produzida quando as temperaturas são mais elevadas, e em temperaturas muito baixas (aproximadamente 3°C) nenhum casulo é produzido. Algumas espécies do gênero *Eisenia* e *Octolasion* entram em diapausa nos períodos secos, e isso interrompe a produção de casulos (EDWARDS e BOHLEN, 1996).

Os Oligochaetas edáficos consomem aproximadamente 3,5% dos alimentos orgânicos, em decomposição no solo, ingerem os resíduos orgânicos e seus dejetos são formados de agregados de terra e matéria orgânica digerida, denominados coprólitos (KIEHL, 1985). Sendo a composição dos excrementos dependente do regime alimentar do organismo.

Os produtos nitrogenados proveniente do metabolismo das minhocas podem voltar ao solo nos excrementos que contém a maior parte de nitrogênio dos tecidos das plantas, na urina por onde são excretados os produtos residuais metabólicos

nitrogenados, em mucoproteínas secretadas pela superfície do corpo das minhocas, e nos tecidos das minhocas mortas (LEE, 1985).

A quantidade de urina eliminada diariamente pelas minhocas corresponde a 60% do peso do corpo da *Lumbricus terrestris* (Lumbricidae) e 50% da *Pheretima posthuma* (Megascolecidae). O teor de nitrogênio total expresso em gramas de peso fresco por dia é em média 200  $\mu\text{m/g/d}$ . No caso das populações de minhocas isto equivale a um “input” de nitrogênio no solo de 1 a 100 kg/ha/ano, mais comumente de 18 a 50 kg/ha/ano em regiões temperadas, onde os animais são ativos apenas seis meses por ano (LEE, 1985) e maior “input” ainda é esperado para regiões tropicais.

Do material orgânico ingerido e preparado no seu intestino, as minhocas assimilam menos de 10%, restando nas fezes muito material disponível, e em vários graus de processamento. Daí a coprofagia ser comum e formar-se fezes cada vez menores, que, pela perda de água e aglutinação das partículas, originam agregados estáveis durante anos (EDWARDS e BOHLEN, 1996).

Comendo e cavando, as minhocas destroem e reformam os agregados do solo e constroem suas galerias, influenciando na distribuição dos materiais do solo, na sua estrutura e porosidade (macro e microporosidade). Com isto, elas interferem na aeração e drenagem do solo e na sua capacidade de retenção de água.

Revisando dados de diversos autores, LEE (1985) concluiu que, nos solos com minhocas, a quantidade de água que penetra é de 2 a 10 vezes maior e a capacidade de campo de 11% a 17% maior do que nos solos sem minhocas.

Pelos seus dejetos, excretas, secreções e cadáveres, as minhocas interferem diretamente nas características químicas do solo e, mais ainda, indiretamente, por incrementarem a atividade dos microrganismos. Durante o trânsito intestinal, o

material digerido apresenta um aumento exponencial do número de bactérias e actinomicetos (EDWARDS et al., 1995).

Os Oligochaeta edáficos estão relacionados com o processo de humificação e ciclagem de nutrientes no solo, além de melhorarem a circulação de ar e água no solo, pois contribuem para aumentar a porosidade do solo através de suas galerias (DIDDEN<sup>[1]</sup> citado por LOPEZ, 2005).

As galerias predominam nos horizontes superficiais, de 0 a 30 cm de profundidade, mas podem chegar até regiões mais profundas (RIGHI, 1997).

As comunidades de minhocas são resultado das interações existentes entre as variáveis ambientais, pedológicas e biológicas dos ecossistemas. As espécies podem ser separadas em grupos ecológicos que refletem adaptações desenvolvidas para atender as necessidades de diferentes ambientes.

Segundo CHAN (2001), os Oligochaeta edáficos podem ser divididos em cinco grupos ecológicos em função do ambiente:

- Espécies epigêicas, que habitam o horizonte orgânico do solo, ou áreas com alto teor de matéria orgânica e geralmente não constroem túneis e apresentam tamanho reduzido (<15 cm) (ex: *Eisenia fetida*);
- Espécies anécicas, que se alimentam e incorporam resíduos orgânicos, constroem longos túneis verticais, contribuindo para as trocas gasosas e fluxo de água do solo apresentam tamanhos maiores (>15 cm);

---

<sup>[1]</sup> DIDDEN, W. Involvement of Enchytraeidae (Oligochaeta) in soil structure evolution agricultural fields. **Biol. Fertil. Soils** (9): 152-158 1990..

- Espécies endogêicas polihúmicas se alimentam de solo com alto teor de M.O., habitam o horizonte A e constroem túneis horizontais, apresentam tamanho reduzido (<15 cm);
- Espécies endogêicas mesohúmicas se alimentam de partículas orgânicas e minerais nos horizontes A e B, apresentam tamanho médio (10 – 20 cm); e
- Espécies endogêicas oligohúmicas se alimentam nas camadas com menores teores de M.O, habitando os horizontes B e C, constroem longos túneis horizontais e possuem tamanhos maiores (>20 cm).

De modo geral, nos trópicos as comunidades de minhocas são dominadas por espécies geófagas, devido ao tipo de M.O. predominante no solo (EDWARDS e BOHLEN, 1983). Entretanto, a alteração da vegetação natural, pode modificar as comunidades originais de minhocas, fazendo com que as espécies nativas sejam substituídas por exóticas, melhor adaptadas a novas condições edáficas.

Além das variações sazonais de temperatura, umidade, tipo de solo e o teor e qualidade da M.O, o grau e intensidade das ações antrópicas são determinantes na dinâmica das populações de minhocas. De acordo com TANCK et al. (2000) as flutuações populacionais de *Oligochaeta* edáficos em áreas cultivadas dependem do tipo de manejo ao qual o solo é submetido. Solos onde não há revolvimento e a cobertura é mantida por um período maior tendem a contribuir positivamente para a atividade e estabelecimento de populações de minhocas.

Algumas espécies de minhocas migram para regiões mais profundas do solo onde o teor de umidade e a temperatura são mais favoráveis em épocas de seca e temperaturas muito baixas ou muito altas. Os casulos das minhocas são mais



resistentes do que as minhocas com relação à dessecação e tolerância a extremos de temperatura (EDWARD e BOHLEN, 1996).

Um dos fatores mais limitantes para a sobrevivência de minhocas no solo é a sua acidez. É importante observar que apesar de algumas espécies conseguirem viver em solos mais ácidos ou alcalinos, todas elas têm seu pH ótimo entre 5,5 – 6,5 o que coincide com o pH ideal da maioria das plantas cultivadas (MEINICKE, 1983).

A redução da população e biomassa de minhocas pela compactação do solo causado principalmente pelo tráfego de máquinas foi observada por PIZL (1992) e por SÖCHTIG e LARINK (1992).

A aplicação de fertilizantes minerais pode contribuir para a diminuição da população de minhocas diretamente pela acidificação do solo, e pela geração de toxidez, como é o caso dos radicais de amônia (EDWARDS e BOHLEN, 1983). Por outro lado, uma maior quantidade de resíduos vegetais no solo podem contribuir para o incremento da população (EDWARDS et al. 1996).

TANCK et al. (2000) analisando a presença de minhocas em sistemas de plantio direto e preparo convencional, observaram que o direto promoveu a maior densidade populacional e biomassa do gênero *Amyntas* spp., que é uma espécie endêmica e exógena, enquanto, o convencional teve baixa população.

Uma aplicação moderada de calcário em um solo ácido e pobre em cálcio favorece o desenvolvimento da maior parte das minhocas ativas.

### 2.3.1 Influência dos Oligoquetas edáficos nas características do solo

As minhocas podem influenciar positivamente na incorporação e decomposição da matéria orgânica, na estabilidade de agregados, na atividade

microbiana e, na porosidade e infiltração de água tendo ao final de sua atuação uma melhora nos aspectos físicos e químicos do solo e conseqüentemente um aumento na produtividade agrícola (CONROY, 1994).

Embora a decomposição da matéria orgânica seja uma atividade realizada principalmente pelos microrganismos do solo, sua incorporação é um trabalho predominante das minhocas. Desta forma elas podem representar uma enorme contribuição na dinâmica da decomposição da matéria orgânica nos agroecossistemas (EDWARDS et al., 1995).

Em conseqüência das múltiplas galerias escavadas durante seus deslocamentos contribuem ativamente para diminuir a compactação do solo e aumentar o arejamento do solo (RIGHI, 1966).

As minhocas não são essenciais para que os solos tenham boa estrutura, porém quando presentes desempenham importante função na agregação do solo através da liberação de seus coprólitos (EDWARDS et al., 1995).

Os coprólitos das minhocas possuem secreções contendo humato de cálcio, produzidas no intestino das mesmas, bem como o cálcio liberado pelas glândulas calcíferas, que servem de cimento para as partículas do solo (EDWARDS e BOHLEN, 1996).

Os agregados do solo são formados pela adesão de partículas minerais e matéria orgânica do solo formando estruturas de vários tamanhos que resistam à quebra quando expostos a situações de stress como seca ou excesso de água, compactação e outros distúrbios físicos.

Segundo EDWARDS e BOHLEN (1996) as minhocas são importantes na decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes no solo, além de atuar agregação, no desenvolvimento dos horizontes através de seus excrementos

depositados na superfície do solo, e no aumento da fertilidade do solo aumentando a decomposição da matéria orgânica disponibilizando nutrientes para a planta.

A agregação influencia características estruturais que interferem na fertilidade do solo, na infiltração de água, capacidade de retenção de água, porosidade e aeração.

As minhocas atuam em muitos agroecossistemas onde influenciam o ciclo de nutrientes e processos hidrológicos (SHIPITALO e EDWARDS<sup>[2]</sup>; LI e GHODRATI<sup>[3]</sup> citados por SHUSTER et al., 2003).

Elas promovem uma fragmentação e redistribuição da M.O. no solo, contribuindo na ciclagem e liberação de nutrientes contidos nesse material (KENNETTE et al., 2002).

Conseqüentemente, as minhocas influenciam a retenção ou a perda de formas dissolvidas de nutrientes. Ainda, o relacionamento entre a abundância da minhoca, a distribuição da espécie, e o seu habitat nos agroecossistemas é interativo. A quantidade, o tipo, e a qualidade dos resíduos depositados na superfície do solo; condições de solo e de clima; a decomposição; e o tipo e a extensão da aplicação do fertilizante e do pesticida tem papel no regulamento da atividade da minhoca e da estrutura das comunidades nos agroecossistemas.

Vários estudos demonstram que as minhocas são mais abundantes nos horizontes mais superficiais do solo, tendo participação na construção do solo

---

<sup>[2]</sup> Shipitalo, M.J., and W.M. Edwards. 1993. Seasonal patterns of water and chemical movement in tilled and no-till column lysimeters. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57:218–223

<sup>[3]</sup> Li, Y., and M. Ghodrati. 1995. Transport of nitrate in soils as affected by earthworm activities. *J. Environ. Qual.* 24:432–438

através da formação de túneis, estabilização dos agregados e alteração da porosidade do solo (BLANCHART et al., 1999).

A atividade cavadora das minhocas é que resultam num aumento da macroporosidade do solo e conseqüentemente favorecem a movimentação vertical da água no solo.

Segundo CARTER et al. <sup>[4]</sup> citado por EDWARDS e BOHLEN (1996) a infiltração de água é de 4 a 10 vezes maior em solos com minhocas, e conseqüentemente há uma menor perda de solo por escoamento superficial durante períodos de chuva.

As condições físicas do solo dependem do tipo do solo, cobertura vegetal, manejo e das espécies de organismos presentes, dentre estas as minhocas (SHAW e PAWLUK <sup>[5]</sup> citado por ESTER e van ROSEN, 2002).

HOPP<sup>[6]</sup> citado por BROW et al., (1999) concluiu que um mínimo de 100 minhocas m<sup>-2</sup> é necessário para promover a estruturação de solo favorável ao desenvolvimento das espécies vegetais.

A textura do solo tem interferência na comunidade das minhocas através do teor de umidade e nutrientes e capacidade de troca catiônica (CTC).

Os Oligochaeta edáficos afetam a composição química do solo, através da produção e deposição de excrementos no solo, os quais podem chegar de 75 t ha<sup>-1</sup> a 250 t ha<sup>-1</sup> em solos temperados (LEE, 1985).

---

<sup>[4]</sup> CARTER, A.; HEINONEN, J.; VRIES, J. Earthworms and water movement. **Pedobiologia**, v. 23 p.395-397, 1982.

<sup>[5]</sup> SHAW, C. PAWLUK, S. The development of soil structure by *Octolasion tyrtaeum*, *Aporrestodea túrgida* and *Lumbricus terrestris* in parent materials belonging to different textural classes. **Pedobiologia**, v. 29, p. 327 – 339.

<sup>[6]</sup> HOPP, H. The facts about earthworms. In: **Let an Earthworms be Your Garbage Man**. A report by Home, Farm and Garden Research Inc., 1954.

## 2.4. AGRICULTURA ORGÂNICA X AGRICULTURA CONVENCIONAL

O sistema de agricultura orgânica é definido como um sistema sustentável, através do manejo e proteção dos recursos naturais, do não uso de produtos químicos que são agressivos aos seres humanos e ao ambiente e, contribuindo para o aumento da fertilidade, da vida do solo e da diversidade biológica (BETTIOL et al., 2002).

Segundo CAPORAL e COSTABEBER (2001) agroecologia vem da junção da ecologia com a agronomia, levando em conta a necessidade de conservação da biodiversidade ecológica e cultural, proporcionando o conhecimento e a metodologia necessários para desenvolver uma agricultura que seja ambientalmente consistente, altamente produtiva e economicamente viável.

Do ponto de vista normativo, o termo utilizado é agricultura orgânica, a qual, segundo o conceito da FAO (2002), refere-se à produção baseada em métodos que respeitam o ambiente, envolvendo toda cadeia produtiva, desde o campo até o consumidor final. É considerada como um sistema holístico que visa melhorar a saúde do ecossistema, especialmente em relação aos ciclos biológicos e atividade biológica do solo. Busca-se minimizar o uso de insumos externos, evitando-se adubos sintéticos e pesticidas. A produção orgânica segue normas específicas de forma a garantir a integridade dos produtos, além de buscar a sustentabilidade dos agroecossistemas em termos sociais, técnicos, econômicos e ambientais (STRINGHETA e MUNIZ, 2003).

No Brasil, a agricultura orgânica foi regulamentada pela Instrução Normativa nº 7, de maio de 1999, complementada pela Lei 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que considera como sistema de produção orgânico:

“todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente”.

Segundo PASCHOAL (1995), o uso de fertilizantes, de agrotóxicos e de reguladores de crescimento altamente solúveis devem ser excluído neste sistema.

BAYER (1996) verificou uma diminuição praticamente pela metade da taxa de decomposição da matéria orgânica no solo em sistema plantio direto (SPD) em comparação ao sistema de plantio convencional (SPC), com reflexos positivos no aumento dos estoques de carbono orgânico (CO).

Com respeito à atividade biológica, nos estudos comparando os sistemas agrícolas convencionais e orgânicos, BOKHORST<sup>[7]</sup> citado por BETTIOL et al. (2002) encontrou que o número de minhocas em um solo cultivado com beterrabas era cinco vezes mais alto no sistema orgânico do que em outros sistemas. No que diz respeito aos organismos do solo (BRUSSAARD et al.<sup>[8]</sup> citado por BETTIOL et al., 2002) verificaram que a biomassa total de organismos do solo era mais elevada no sistema orgânico do que no sistema convencional.

---

<sup>[7]</sup> BOKHORST, J.G. The organic farm at Nageli. In: ZADOKS, J.C. **Development of farming systems**. Pudoc: Wageningen, 1989. p.57-65.

<sup>[8]</sup> BRUSSAARD, L.; BOUWMAN, L.A.; GEURS, M.; HASSINK, J.; ZWART, K.B. Biomass, composition and temporal dynamics of soil organisms of a silt loam soil under conventional and integrated management. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.38, p.283-302, 1990.

LADD et al. (1994) verificaram que a biomassa de C das populações microbianas era maior nos solos sob a rotação de cultura do que nos solos sob monocultura contínua; maior nos solos onde os resíduos da planta foram incorporados ou remanescidos na superfície do solo do que onde foram removidos; e menor em um solo com fertilizantes nitrogenados do que em solos não fertilizados.

O uso de composto orgânico permite melhora na fertilidade, além de ser excelente condicionador de solo, melhorando suas características físicas, químicas e biológicas, como retenção de água, agregação, porosidade, aumento na capacidade de troca de cátions (CTC), aumento da fertilidade e aumento da vida microbiana do solo, entretanto, o valor fertilizante do composto depende do material utilizado como matéria prima (MIYASAKA et al., 1997).

A agricultura convencional prioriza a quantidade produzida, em detrimento da qualidade e deixando em segundo plano a preocupação com a conservação do Meio Ambiente.

Os sistemas agrícolas convencionais, caracterizados pelo intenso revolvimento do solo e pelo uso de elevadas quantidades de adubos químicos e agrotóxicos, contribuem, mais intensamente, para as perdas de C orgânico do solo. Dessa forma, desenvolve-se o processo de degradação química, física e biológica do solo, tendo como produto a redução de produtividade das culturas exploradas, cada vez mais acentuada com o manejo inadequado e o uso contínuo do solo (RASMUSSEN et al., 1998; MIELNICZUK et al., 2003).

O uso intensivo do solo causa compactação e diminui o teor de matéria orgânica do solo e, conseqüentemente há uma redução da composição biológica do solo. O uso de fertilizantes minerais e agrotóxicos pode também contribuir para essa redução além de contaminar o solo e as águas subterrâneas.

Para alcançar maior produtividade, aplicam-se quantidades elevadas de produtos químicos, em grandes monoculturas. Usam-se inseticidas para matar os insetos, fungicidas para combater fungos, herbicidas para acabar com as ervas daninhas e adubos químicos para forçar uma produtividade maior das culturas

Os insumos agrícolas utilizados são na sua maioria derivados direta ou indiretamente do petróleo, que resultam num alto custo energético para sua obtenção, ocasionando um balanço energético negativo, ou seja, a energia produzida pela cultura é menor que a energia gasta para sua produção ([http://www.amaranthus.esalq.usp.br/agric\\_conv.htm](http://www.amaranthus.esalq.usp.br/agric_conv.htm)).

## 2.5 OLERICULTURA

A olericultura é o ramo da horticultura que abrange a exploração de um grande número de espécie de plantas, comumente conhecidas como hortaliças e que engloba culturas folhosas, raízes, bulbos, tubérculos e frutos diversos.

A característica mais marcante da olericultura é o fato de ser uma atividade agroeconômica altamente intensiva em seus mais variados aspectos, em contraste com outras atividades agrícolas extensivas. Sua exploração econômica exige alto investimento na área trabalhada, em termos físicos e econômicos. O caráter intensivo da exploração de hortaliças predispõe o solo a consideráveis perdas de matéria orgânica e nutrientes (<http://www.seag.es.gov.br/olericultura.htm>)

As áreas olerícolas caracterizam-se pelo emprego contínuo do solo, com vários ciclos culturais que se desenvolvem em seqüência. Os solos geralmente são férteis, com abundância de irrigação e, por essas razões, nesses locais, predominam as plantas invasoras, que exibem características como rápido ciclo de



desenvolvimento e elevada alocação de recursos a favor de estruturas reprodutivas (GRIME, 1979).

A presença dessas espécies dificulta o uso e o manejo do solo pelos agricultores, o que tem incentivado o uso de herbicidas, elevando substancialmente os custos de produção, além de causar desequilíbrio no ecossistema. Entretanto, a preocupação com o ambiente e a qualidade de vida tem difundido amplamente as correntes de agricultura alternativa, entre elas a agricultura orgânica (FONTANÉTTI et al., 2004).

O cultivo de espécie olerícolas de crescimento rápido e fornecedoras de produtos de alto valor comercial tem justificado a aplicação de elevada quantidade de fertilizantes minerais sintéticos. Tal prática, contudo, pode provocar salinização do solo e acúmulo de nitrato e nitrito nos tecidos vegetais, o que representaria risco para o consumidor, além de onerar a produção (OLIVEIRA et al., 2003).

Assim, para a reconstituição dos níveis de fertilidade do solo, deve-se recorrer a fontes orgânicas localmente disponíveis. LOPES (1994) destaca os seguintes benefícios relacionados à incorporação de matéria orgânica: elevação da capacidade de troca de cátions (CTC); retenção de água; redução dos efeitos fitotóxicos de agroquímicos; melhoria da estrutura do solo; e favorecimento do controle biológico pelo incremento da população microbiana antagonista.

O cultivo de hortaliças com adubos orgânicos tem aumentado nos últimos anos, graças principalmente aos elevados custos dos adubos minerais e aos efeitos benéficos da matéria orgânica em solos intensamente cultivados com métodos convencionais (RODRIGUES, 1990).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Canoinhas está situado no vale do Canoinhas, a uma latitude de 26°10'38" S, longitude de 50°23'24" W de *Greenwich* e altitude de 765 metros. A área da unidade territorial é de 1.145 km<sup>2</sup> e o município apresenta uma população de 51.616 habitantes no ano de 2000, sendo que 73,4% vivem na cidade e 26,6% nas áreas rurais, atingindo uma taxa de crescimento demográfico de 4,67% nos últimos quatros anos (IBGE, 2000).

Segundo Köppen, o clima do município classifica-se como mesotérmico úmido, sem estação seca e com verões frescos, apresentando temperatura média anual de 17° C. A ocorrência de geadas é mais freqüente em junho, julho e agosto, quando ocorre uma média de 17,4 geadas/ano. Enquanto que a precipitação pluviométrica média varia em torno de 1473,3 mm/ano (EPAGRI, 1994).

Considerando a classificação da EPAGRI (1994), a região do Planalto Norte Catarinense, apresenta o "clima Cfb: Quatro meses com temperaturas maiores que 10°C, a temperatura do mês mais quente é menor que 22°C (Clima Temperado Úmido)", e a temperatura do mês mais frio pode chegar próximo ao 0°C.

As médias mensais de temperatura e pluviosidade foram obtidas na Estação de Major Vieira que fica aproximadamente a 30 km das áreas cultivadas (ANEXO 13).

Com referência à classificação dos solos da região do Planalto Norte Catarinense, confirma-se a predominância dos Cambissolos, prevalecendo com uma formação ácida EPAGRI (1994). A composição química e granulométrica das

amostras coletadas nas áreas estudadas, em junho de 2006 estão demonstradas nas Tabelas 1 e 2 respectivamente.

TABELA 1: ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO DOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL DE OLERÍCOLAS, EM TRÊS PROFUNDIDADES CANOINHAS-SC, 2006

| Sistemas | Prof. (cm) | pH<br>CaCl <sub>2</sub><br>0,01M | Al <sup>3+</sup> | H <sup>+</sup><br>+<br>Al <sup>3+</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | K <sup>+</sup> | SB    | CTC   | P<br>resina | MO  | V  | Al  |
|----------|------------|----------------------------------|------------------|---|------------------|------------------|----------------|-------|-------|-------------|-----|----|-----|
|          |            |                                  |                  |   |                  |                  |                |       |       |             |     |    |     |
| O        | 0-10       | 6,0                              | 0,0              | 22                                      | 136              | 80               | 10,0           | 226,0 | 248,0 | 278         | 51  | 91 | 0,0 |
| O        | 10-20      | 5,6                              | 0,0              | 34                                      | 153              | 55               | 15,1           | 223,1 | 257,1 | 220         | 38  | 87 | 0,0 |
| O        | 20-30      | 4,6                              | 9,0              | 64                                      | 111              | 41               | 11,6           | 163,6 | 227,6 | 146         | 27  | 72 | 5,2 |
| C        | 0-10       | 5,4                              | 0,0              | 52                                      | 164              | 64               | 16,3           | 244,3 | 296,3 | 220         | 111 | 82 | 0,0 |
| C        | 10-20      | 5,2                              | 0,0              | 72                                      | 146              | 47               | 10,3           | 203,3 | 275,3 | 191         | 115 | 74 | 0,0 |
| C        | 20-30      | 5,3                              | 0,0              | 64                                      | 177              | 44               | 8,2            | 229,2 | 293,2 | 193         | 122 | 78 | 0,0 |

TABELA 2: ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DAS AMOSTRAS DE SOLO DOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL DE OLERÍCOLAS, CANOINHAS-SC, 2006

| Sistemas     | Profundidade (cm) | Areia total | Silte | Argila |
|--------------|-------------------|-------------|-------|--------|
|              |                   | %           |       |        |
| Orgânico     | 0-10              | 15,6        | 39,4  | 45,0   |
| Orgânico     | 10-20             | 11,0        | 44,0  | 45,0   |
| Orgânico     | 20-30             | 13,0        | 45,0  | 45,0   |
| Convencional | 0-10              | 37,0        | 35,5  | 27,5   |
| Convencional | 10-20             | 30,0        | 42,5  | 27,5   |
| Convencional | 20-30             | 35,0        | 37,5  | 27,5   |

### 3.1.1 Sistemas

As coletas foram feitas em uma área de plantio de olerícolas sob sistema orgânico de aproximadamente 3.000 m<sup>2</sup>, com 35 canteiros implantado em 1992, de propriedade da Sra. Marlene V. Prust e em uma área de aproximadamente 11.250 m<sup>2</sup>, com 94 canteiros de plantio convencional de olerícolas implantado em uma área antes cultivada com grãos em sistema de plantio direto de propriedade do Sr. Valderéz de Oliveira. As duas áreas estão a aproximadamente 25 km de distância uma da outra.

Nos sistemas de plantio orgânico e convencional foram analisadas as culturas de alface (*Lactuca sativa*), rúcula (*Eruca sativa*), acelga (*Beta orientalis*), cenoura (*Daucus carota*), pepino (*Cucumis sativus*), beterraba (*Beta vulgaris*), salsinha (*Petroselinum crispum*), e rabanete (*Raphanus sativus*), sempre buscando a coincidência de cultura em ambos os sistemas a cada coleta.

No sistema de cultivo orgânico (SCO) do solo (FIGURA 1) a adubação orgânica foi realizada com esterco bovino (5 kg/m<sup>2</sup>) antes da semeadura de cada cultura nova, e a prevenção e controle de pragas foi realizado com caldas naturais como por exemplo, a calda de cinza, bordalesa, urtiga e fumo. Os restos das culturas foram mantidos nos canteiros para o fornecimento de matéria orgânica ao sistema.

FIGURA 1: VISTA PARCIAL DA ÁREA DE SISTEMA DE CULTIVO ORGÂNICO DE OLERÍCOLAS, CANOINHAS-SC, 2006



FONTE: Freitas (2006)

A área conta com um sistema de irrigação que visa à manutenção de umidade do solo próxima a capacidade de campo, e ainda uma cobertura de lona transparente para a passagem da energia solar e para proteção contra a agressividade de chuvas intensas.

A preparação dos canteiros foi realizada manualmente com auxílio de enxadas, sem revolvimento intenso do solo. O plantio e a colheita também não contam com nenhuma tecnologia mecanizada.

No sistema de cultivo convencional (SCC) (FIGURA 2) a preparação dos canteiros é mecanizada, utilizando tratores e a colheita é realizada manualmente.

No manejo da fertilidade do solo, estão incluídos o uso da calagem, de adubos minerais (NPK: 04-14-08) e cama aviária. Nesta área também são utilizados agrotóxicos para o controle de pragas e doenças sempre que necessário.

FIGURA 2: VISTA PARCIAL DA ÁREA DE SISTEMA DE CULTIVO CONVENCIONAL DE OLERÍCOLAS, CANOINHAS-SC, 2006



FONTE: Freitas (2006)

### 3.2 COLETA DAS AMOSTRAS

As amostragens foram feitas bimensalmente no ano de 2006 em seis datas distintas: 10 de fevereiro de 2006; 21 de abril de 2006; 15 de junho de 2006; 12 de

agosto de 2006, 13 de outubro de 2006, e 02 de dezembro de 2006, correspondendo ao menos uma coleta por estação do ano.

A coleta dos Oligoquetas edáficos foi realizada utilizando-se o método do TSBF (“Tropical Soil Biology and Fertility”) descrito por ANDERSON e INGRAM (1993). O método consiste na retirada de blocos de solo (0,3m X 0,25m X 0,25 m); extração manual dos animais; conservação em álcool 70% ou em formol 2% e, contagem, pesagem e identificação dos animais.

Nos sistemas em estudo foram definidos, aleatoriamente, três pontos de amostragem equidistantes em 5 m, ao longo de um mesmo canteiro. Para a amostragem foram retirados os resíduos da superfície, e em seguida retirado o solo adjacente à área amostrada, sem perturbar o solo compreendido pela área demarcada.

Em cada ponto, foi amostrado um monólito de solo o qual foi subdividido em três camadas de 10 cm cada, sendo a primeira de 0–10 cm, a segunda de 10–20 cm e a terceira de 20–30 cm, para avaliar a distribuição vertical dos organismos.

Retirou-se com auxílio de uma pá cortadeira a primeira camada do monólito, a qual mediu 10 cm de profundidade representando a camada 0 -10 cm. Esta camada foi armazenada em saco plástico de polietileno, identificado com a data da coleta e o número da amostra (FIGURA 3).

FIGURA 3: RETIRADA DA CAMADA 0-10 cm DO SISTEMA DE PRODUÇÃO ORGÂNICO E ACONDICIONAMENTO DA AMOSTRA EM SACO PLÁSTICO, CANOINHAS-SC, 2006



FONTE: Freitas (2006)

Finalizada a retirada da camada de 0-10 cm, foi retirada a camada de 10-20 cm e a de 20-30 cm de profundidade, seguindo o mesmo procedimento anteriormente descrito (FIGURA 4).



FIGURA 4: RETIRADA DA AMOSTRA DA CAMADA 10-20 cm DO SISTEMA DE CULTIVO ORGÂNICO E ACONDICIONAMENTO DA AMOSTRA EM SACO PLÁSTICO, CANOINHAS-SC, 2006



FONTE: Freitas (2006)

As amostras foram levadas ao Laboratório de Solos da Universidade do Contestado – Canoinhas para triagem do material coletado. A extração dos oligoquetas foi realizada manualmente após o peneiramento do solo, com o auxílio de pinças metálicas. Os exemplares coletados em cada amostra foram colocados em frasco identificados, contendo álcool 70%.

As amostras contendo as minhocas foram transportadas ao Laboratório de Biologia do Solo do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola do SCA da

UFPR, para pesagem e identificação das mesmas. A identificação dos Oligochaeta edáficos foi realizada com base nos trabalhos de RIGHI (1966, 1990); SIMS e GERARD (1985) e TALAVERA (1987).

### 3.3 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE DO SOLO

Em áreas adjacentes à coleta dos monólitos, em todas as seis coletas, foram retiradas amostras de solo para determinação da umidade, que foi obtida pelo método padrão de estufa (FRIGHETTO e VALARINI, 2000).

Tal método é baseado na diferença de peso entre uma amostra contendo água antes e após uma secagem em estufa à 105°C por vinte e quatro horas.

$$\%U = \frac{(\text{recipiente} + \text{solo úmido}) - (\text{recipiente} + \text{solo seco})}{(\text{recipiente} + \text{solo seco}) - \text{recipiente}}$$

### 3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Os dados foram analisados em um fatorial (2 X 3 X 6) sendo os tratamentos: dois sistemas de cultivo (SCC e SCO), três profundidades (0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm) e seis épocas de coleta. As médias dos diferentes tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para a análise estatística os dados originais foram transformados através de  $\log(x+2)$  para diminuir o alto coeficiente de variação (CV%).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 DENSIDADE E BIOMASSA DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS

Considerando todas as seis coletas foram encontrados um total de 222,22 indivíduos  $m^{-2}$  nas amostras do solo do SCO, sendo que 78,40 % destes encontravam-se na camada entre 0–10 cm, 17,60 % na camada de 10–20 cm e 4,00 % entre 20–30 cm de profundidade. No SCC foram coletados 19,55 indivíduos  $m^{-2}$ , sendo que 81,84% na camada de 0–10 cm, 13,60 % na camada de 10–20 cm e 4,56 % na camada de 20–30 cm (TABELA 3).

TABELA 3 – MÉDIA DA DENSIDADE POPULACIONAL E BIOMASSA DE OLIGOCHAETA EDÁFICOS NOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL, NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, CANOINHAS-SC, 2006

| Profundidade (cm) | Sistemas   |              |
|-------------------|--|--------------|
|                   | Orgânico   | Convencional |
|                   | ----- Densidade populacional (ind $m^{-2}$ ) ----- |              |
| 0-10              | 174,22   | 16,00        |
| 10-20             | 39,11  | 2,66         |
| 20-30             | 8,89   | 0,89         |
| <b>TOTAL</b>      | <b>222,22</b>                                      | <b>19,55</b> |
|                   | ----- Biomassa (g $m^{-2}$ ) -----                 |              |
| 0-10              | 36,86  | 4,31         |
| 10 - 20           | 9,46   | 0,00         |
| 20-30             | 2,34   | 0,27         |
| <b>TOTAL</b>      | <b>48,67</b>                                       | <b>4,58</b>  |

A maior densidade no SCO pode ser explicada pelo maior acúmulo de material orgânico na superfície do solo aliada a pequena movimentação mecânica do solo (KLUTHCOUSKI e AIDAR, 2003).

A análise química das amostras (TABELA 1) revelou que o teor de P em ambos os sistemas se encontra muito elevado, Ca e Mg estão em níveis altos, a

capacidade de troca de cátions (CTC) é alta e o teor de K é baixo, pois o K não forma compostos estáveis com a matéria orgânica e além disso, no solo os pontos de troca, cargas negativas estão ocupados pelo Ca e o Mg.

Esses valores no SCO, são consequência da aplicação de esterco bovino e da manutenção dos restos vegetais na superfície do solo. Em contrapartida, o alto teor de M.O no SCC deve-se a incorporação de cama de ave ao solo, nesse caso a M.O adicionada ao solo já encontra-se decomposta, ao contrário do SCO, onde os restos vegetais são deixados na superfície do solo para serem decompostos.

A questão estágio de decomposição é de extrema importância, pois a qualidade da M.O é um fator que influencia a atividade das minhocas, e segundo YLI-OLLI e HUHTA (2000) e LORENZ et al. (2000), esta qualidade depende do estágio de decomposição, teor de nutrientes, palatabilidade e propriedades químicas e físicas.

A característica física do solo está demonstrada na Tabela 2, onde observa-se que o solo do SCO pode ser considerado argiloso (teor de argila entre 35-60%), e o solo do SCC pode ser considerado de textura média (teor de argila entre 15-35%). O fato de o solo ser mais arenoso dificulta a formação das galerias pelas minhocas. Além disso, à medida que aumenta o teor de areia, aumenta a abrasividade do solo, ou seja, aumenta a possibilidade de atrito com o corpo dos Oligochaeta, reduzindo assim a população (LEE, 1985).

A densidade populacional total encontrada no SCO (TABELA 3) é semelhante à encontrada por HANSEN e ENGELSTAD (1999) (250 ind. m<sup>-2</sup>, 280 ind. m<sup>-2</sup>), e superior a obtida por BROWN et al. (2004) em pastagem perene por coleta manual (48-182 ind. m<sup>-2</sup>), e por RESSETI et al. (2003) em Curitiba, por meio de extração com solução de formol 2,2 gL<sup>-1</sup> (15,4-123 ind. m<sup>-2</sup>).

Considerando a época da coleta, a maior densidade populacional foi observada na coleta da horta orgânica realizada do mês de fevereiro, na camada mais superficial (0-10 cm), (314,67 ind.m<sup>-2</sup>), que também apresentou a maior biomassa (84,592 g m<sup>-2</sup>) (ANEXO 5). Resultados semelhantes foram observados por HANSEN e ENGELSTAD (1999), em culturas submetidas ao cultivo orgânico.

No SCC a densidade populacional total (TABELA 3) foi menor quando comparada ao sistema orgânico, sendo 19,55 ind. m<sup>-2</sup>. Densidade semelhante foi encontrada por RESSETTI (2006) (23,1 e 17,3 ind. m<sup>-2</sup>) em gramado e pastagem cultivada em Curitiba PR e por SILVA, (2006) (15 ± 5,7 ind. m<sup>-2</sup>) em sistema de plantio convencional.

A biomassa no SCC ficou em torno de 4,68 g m<sup>-2</sup>, valor bem abaixo do encontrado por HANSEN e ENGELSTAD (1999), em sistemas com fertilização mineral NPK e próxima a encontrada por RESSETTI (2004) em área com mata com extração por formol 2,2 g L<sup>-1</sup> e AITC 50,0 mg L<sup>-1</sup> (4,3 g m<sup>-2</sup> e 4,1 g m<sup>-2</sup> respectivamente).

As diferenças em termos de densidade populacional e biomassa podem estar relacionadas com as características de cada sistema de cultivo, que incluem adubação, quantidade e qualidade da matéria orgânica adicionada ao solo e revolvimento do solo.

A análise estatística dos dados revelou que existe relação de dependência significativa ao nível de 5% de probabilidade na interação entre os fatores tipos de manejo do solo, profundidade e época de coleta com a densidade populacional de Oligochaeta edáficos. E não houve relação significativa quando se consideram os três fatores interagindo em conjunto com a densidade dos Oligochaeta (ANEXO 3).

Com relação à biomassa, a sua interação com os fatores tipo de manejo e época de coleta possui relação de dependência significativa ao nível de 5% de probabilidade (ANEXO 4) e de independência com fator profundidade, pois a interação entre eles não foi significativa. A interação dos fatores tipo de manejo do solo e profundidade não foi significativa estatisticamente, o que revela que estes fatores são independentes. Houve uma relação de dependência entre os fatores tipo de manejo e época de coleta visto que a interação entre eles foi significativa ao nível de 1% de probabilidade.

Quando analisaram-se os três fatores (tipo de manejo, profundidade e época de coleta) interagindo, concluiu-se que eles são dependentes, pois a interação foi significativa ao nível de 5% de probabilidade. O mesmo pode ser observado levando em consideração a interação entre a profundidade e época de coleta.

Comparando as médias dos dois sistemas (TABELA 4) pode-se observar que a densidade populacional dos *Oligochaeta* edáficos no SCO é estatisticamente superior ao SCC.

Observa-se também que numericamente a população em ambos os sistemas encontra-se em maior densidade nas camadas superficiais, principalmente 0-10 cm. Porém quando realizada a análise estatística dos dados, não foi possível observar diferença entre as profundidades no SCC (TABELA 4). Esse resultado concorda com RIGHI, (1997), que relatou que espécies da família, *Megascolecidae*, predominante na área, vivem em galerias de 0- 15 cm da superfície do solo quando há umidade suficiente, como é o caso dos canteiros nas duas situações de cultivo. E, segundo EDWARDS e BOHLEN (1996), a maioria das minhocas constrói suas galerias nos primeiros 15 cm de profundidade do solo.

A maior densidade e biomassa na camada de 0-10 cm se deve principalmente as melhores condições de pH (TABELA 1) e maior entrada de matéria orgânica na superfície do solo.

TABELA 4 – DENSIDADE POPULACIONAL DE OLIOGQUETAS EDÁFICOS NOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL, NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, CANOINHAS-SC, 2006

| Sistemas     | Profundidade                                   |          |          |
|--------------|--|----------|----------|
|              | 0-10 cm  | 10-20 cm | 20-30 cm |
|              | -----Densidade (nº ind. m <sup>-2</sup> )----- |          |          |
| Orgânico     | 2,460 aA                                       | 1,376 aB | 0,921 aC |
| Convencional | 0,952 bA                                       | 0,761 bA | 0,738 aA |

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas (profundidade) e maiúsculas nas linhas (sistemas) para a mesma variável não diferem estatisticamente entre si pelo o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Para a análise da biomassa, não foi aplicado o teste de comparação de médias entre os fatores tipo de manejo e profundidade porque o F de interação entre eles não foi significativo, ou seja não houve diferença estatística na biomassa nas diferentes profundidades nos dois sistemas.

Levando-se em consideração os fatores tipo de manejo e profundidade, as análises comprovaram que a densidade populacional no SCO é estatisticamente superior em relação ao SCC nas camadas 0-10 cm e 10-20 cm, não havendo diferenças estatísticas na camada mais profunda (TABELA 4).

Um fator que pode estar interferindo na densidade de Oligochaeta edáficos é a prática do revolvimento do solo realizado no SCC, pois a estrutura do solo é alterada e, conseqüentemente as galerias das minhocas total ou parcialmente destruídas. Esse resultado está de acordo com LAVELLE et al. (2001), que

demonstrou que o impacto negativo no solo em sistema de cultivo convencional, ocorre principalmente em função do revolvimento do solo e ausência de cobertura. O dano mecânico da aração é maior em indivíduos da macrofauna do que da mesofauna. Essa prática provoca um aumento na velocidade de decomposição da M.O; como também a mudanças microclimáticas do habitat com um aumento da temperatura e uma redução da umidade (FRASER, 1994).

Segundo PAOLLETI (1999) as práticas de revolvimento do solo podem reduzir a população de minhocas entre 40 e 60 %, devido a danos mecânicos diretos e destruição de seu habitat.

HANSEN e ENGELSTAD (1999) encontraram uma diminuição de 680 ind. m<sup>-2</sup> para 160 ind. m<sup>-2</sup> em áreas onde há utilização de tratores no preparo do solo no período de 1987 a 1989.

O pH mais ácido (TABELA 1) pode também estar interferindo na comunidade das minhocas no sistema convencional, pois segundo EDWARDS e BOHLEN (1996), as minhocas são muito sensíveis à concentração do íon hidrogênio em soluções aquosas, e esse fator limita o número e distribuição destes organismos no solo.

O fator manutenção da cobertura do solo influenciou nos resultados através do efeito positivo da qualidade e da quantidade de matéria orgânica aportada sobre o solo, favorecendo a atividade dos Oligochaeta edáficos. Esse resultado é concordante com PARMELLE et al.<sup>[9]</sup> citado por TANK (1996), que afirmou que a

---

<sup>[9]</sup> PARMELLE, R. W. et al. Earthworms and Enchytraeids in conventional and no-tillage agroecosystems: A biocide approach to assess their role in organic matter breakdown. **Biol Fertil. Soils.** v. 10, p.1-10, 1990.



densidade e biomassa dos *Oligochaeta* edáficos estão condicionadas a conservação da matéria orgânica e rotação de culturas.

Dessa forma a ausência de preparo, associada ao aporte de matéria orgânica de melhor qualidade no sistema de plantio orgânico foi determinante, e ainda pode-se destacar que, o fator ausência de preparo mecanizado no sistema orgânico contribuiu para a diferença na densidade e biomassa em relação ao sistema de plantio convencional.

A umidade do solo (FIGURA 5) não foi um fator determinante pra a densidade e biomassa nos dois sistemas, pois ambos são irrigados diariamente.

A média da porcentagem de umidade na camada mais superficial (0-10 cm) onde foram encontrados os maiores valores de densidade e biomassa, da camada 10-20 cm e 20-30 cm estão representadas nas Figuras 5, 6 e 7 respectivamente.

FIGURA 5: FLUTUAÇÃO DA UMIDADE DO SOLO NA CAMADA DE 0-10 cm DOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO DURANTE O ANO DE 2006, CANOINHAS-SC

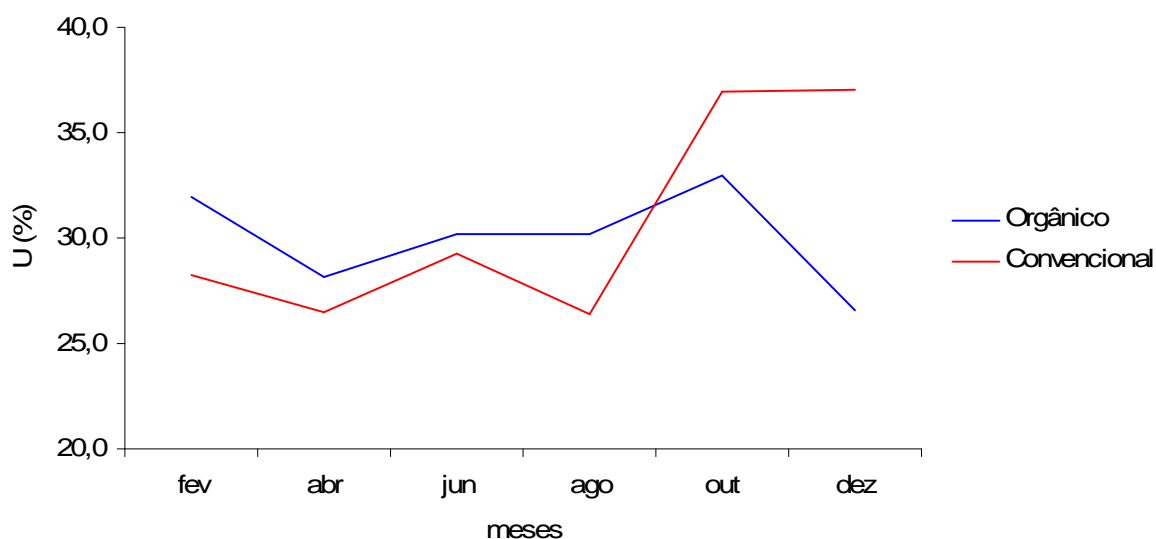


FIGURA 6: FLUTUAÇÃO DA UMIDADE DO SOLO NA CAMADA DE 10-20 cm DOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL DURANTE O ANO DE 2006, CANOINHAS-SC

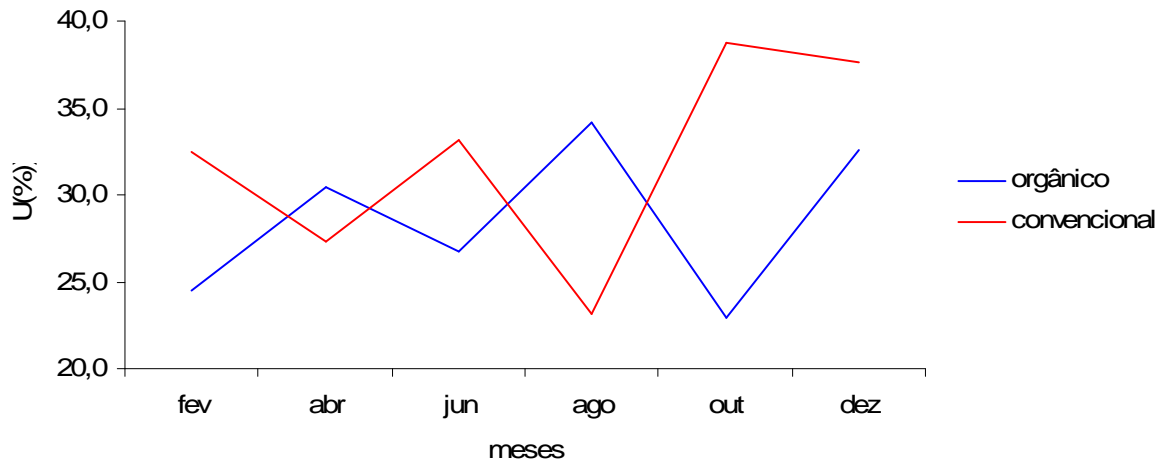
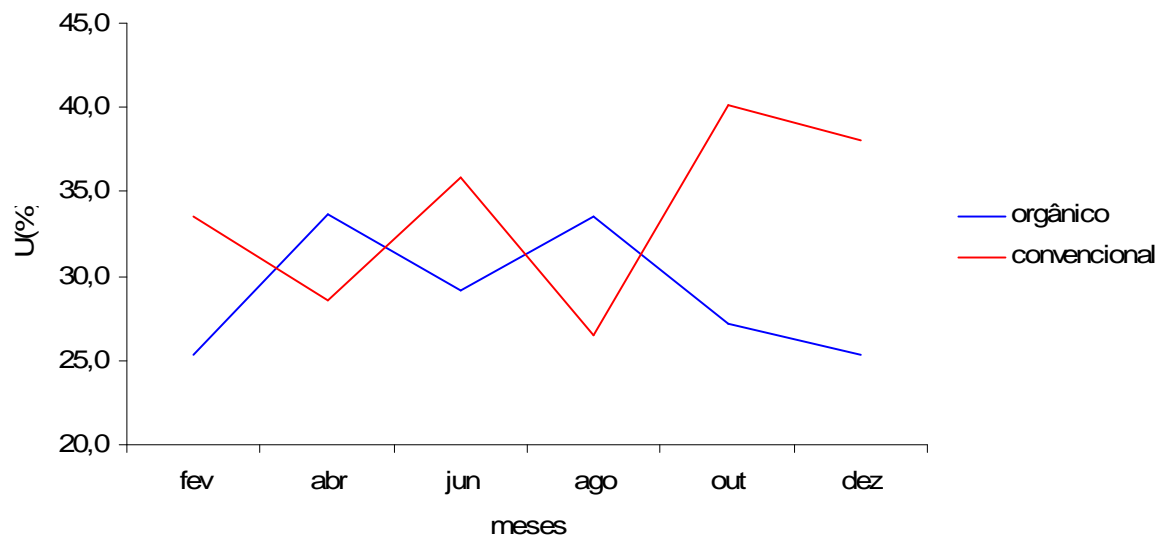


FIGURA 7: FLUTUAÇÃO DA UMIDADE DO SOLO NA CAMADA DE 20-30 cm DOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL DURANTE O ANO DE 2006, CANOINHAS-SC



Analisando apenas o SCO, pode-se observar que há uma diminuição na densidade dos Oligochaeta edáficos com o aumento da profundidade, sendo, portanto a camada 0-10 cm estatisticamente superior às demais. Esse fato não ocorre no SCC, visto que não houve diferença estatística na densidade entre as camadas amostradas (TABELA 4).

A maior densidade populacional foi encontrada na camada mais superficial de 0-10 cm no SCO (ANEXO 5), onde também pode-se observar o maior teor de matéria orgânica e pH mais favorável ao desenvolvimento desses organismos. Resultado semelhante foi observado por LOPEZ et al. (2005), com relação à distribuição vertical de oligoquetas da família Enchytraeidae no sudeste de Buenos Aires.

A análise da distribuição vertical das populações de Oligochaeta terrestres permite demonstrar que o principal extrato explorado pelas espécies foi o horizonte superficial (0-10 cm), onde há um teor maior de matéria orgânica em decomposição, a qual é utilizada como fonte de alimento por esses organismos. Esse resultado concorda com FRAGOSO e LAVELLE (1987) que demonstraram que em populações de regiões temperadas, estes organismos encontram-se concentrados na camada orgânica superior do solo e na serrapilheira.

#### 4.2 VARIAÇÃO SAZONAL DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS

Considerando a época da coleta, a maior densidade populacional foi observada na coleta da horta orgânica realizada do mês de fevereiro, na camada mais superficial (0- 10 cm), (314,67 ind.m<sup>-2</sup>), que também apresentou a maior

biomassa ( 84,592 g m<sup>-2</sup>) (ANEXO 5). Resultados parecidos foram observados por HANSEN e ENGELSTAD (1999), em culturas submetidas ao cultivo orgânico.

De acordo com as análises estatísticas a densidade populacional dos Oligochaeta edáficos no SCO é superior ao SCC (TABELA 5). Considerando a biomassa, a mesma afirmação pode ser feita, porém no mês de junho a biomassa de ambos os sistemas não apresentou diferença estatística significativa.

No SCO a coleta de dezembro apresentou uma maior densidade populacional sendo estatisticamente superior que as demais, e a coleta de agosto foi a inferior tanto para densidade como para biomassa (TABELA 5). Nos meses de fevereiro e abril foi possível observar os maiores valores de biomassa.

Com relação ao SCC não foi possível observar diferença estatística na densidade e biomassa entre as diferentes épocas de coleta (TABELA 5).

TABELA 5 - DENSIDADE POPULACIONAL E BIOMASSA DE OLIGOCHAETA EDÁFICOS OBTIDAS NOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL, EM TRÊS PROFUNDIDADES, CANOINHAS-SC, 2006

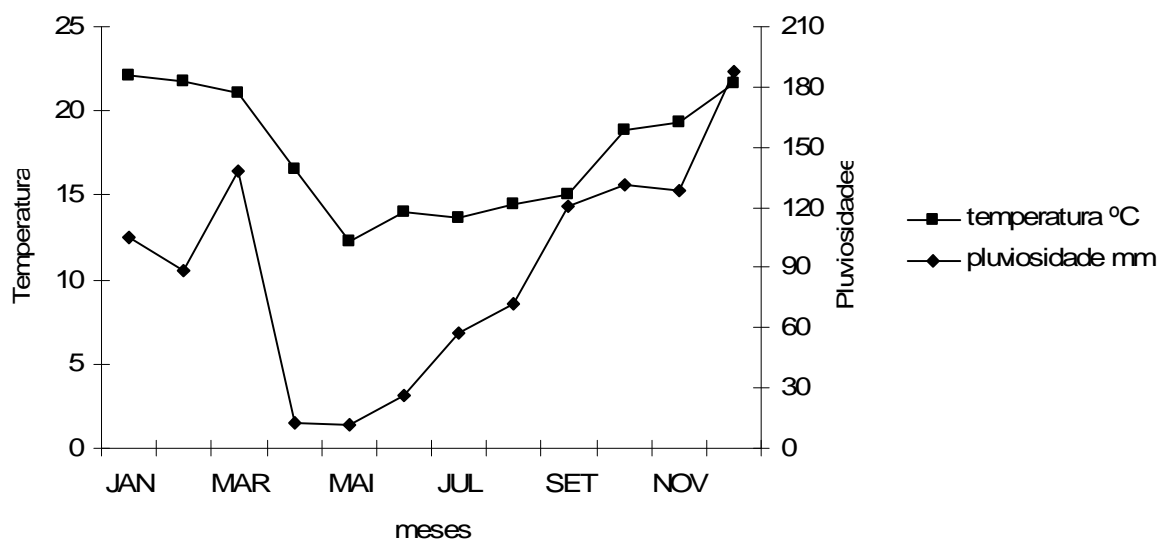
| Sistemas                                       | Época da coleta |           |           |          |            |          |
|--|-----------------|-----------|-----------|----------|------------|----------|
|  | Fev/06          | Abr/06    | Jun/06    | Ago/06   | Out/06     | Dez/06   |
| -----Densidade (nº ind. m <sup>-2</sup> )----- |                 |           |           |          |            |          |
| Orgânico                                       | 1,807 aAB       | 1,327 aBC | 1,459 aBC | 1,175 aC | 1,683 aABC | 2,064 aA |
| Convencional                                   | 1,133 bA        | 0,783 bA  | 0,860 bA  | 0,738 bA | 0,693 bA   | 0,693 bA |
| -----Biomassa (g. m <sup>-2</sup> )-----       |                 |           |           |          |            |          |
| Orgânico                                       | 1.3586 aA       | 1.3543 aA | 0.579 aBC | 0.301 bC | 0.841 aB   | 0.846 aB |
| Convencional                                   | 0.3010 bA       | 0.3010 bA | 0.3490 aA | 0.643 aA | 0.359 bA   | 0.307 bA |

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas (época de coleta) e maiúsculas nas linhas (sistemas) para a mesma variável não diferem estatisticamente entre si pelo o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

A temperatura atmosférica é um fator que possivelmente está interferindo nesse resultado, pois em agosto a temperatura média encontrava-se abaixo do ótimo (14,45°C) para as minhocas e em fevereiro, abril e dezembro a temperatura era mais favorável (21,75°C, 16,57°C e 21,68°C respectivamente) ao desenvolvimento destes organismos (ANEXO 13).

A Figura 8 mostra a média mensal de precipitação e temperatura na região de Canoinhas-SC para o ano de 2006.

FIGURA 8: PLUVIOSIDADE E TEMPERATURA MÉDIA MENSAIS DE 2006 EM CANOINHAS-SC



De acordo com EDWARDS e BOHLEN (1996) o número de minhocas e sua atividade variam bastante durante o ano. BAROIS<sup>[10]</sup> (1992) citado por EDWARDS e BOHLEN (1996), demonstrou que a temperatura tem efeito direto na dinâmica de oxigênio e de nutrientes, e conseqüentemente influencia a atividade microbiana no

<sup>[10]</sup> BAROIS, I. Mucus production and microbial activity in the gut of two species of *Amyntas* (Megascolecidae) from cold and warm tropical climates. **Soil Biology and Biochemistry**. v. 24, p. 1507-1510, 1992.

conteúdo intestinal dos Oligochaeta. BUTT<sup>[11]</sup> citado por EDWARDS e BOHLEN (1996), ressalta que a temperatura interfere nos estágios de vida (produção e desenvolvimento dos casulos e crescimento populacional).

Segundo LEE (1985) o ciclo de vida dos Oligochaeta edáficos é influenciado diretamente pelas estações do ano através da taxa de produção de casulos, do crescimento, da mobilidade e do consumo de alimentos. Nas regiões temperadas a maior produção é observada na primavera e verão, e a menor no inverno.

TANCK et al. (2000) demonstraram em seu trabalho que existe flutuação populacional dos Oligochaeta edáficos ao longo do ano em função da estação climática, sendo esta maior nas épocas mais quentes e menor no inverso e situação de seca.

Nos meses de abril e agosto foi possível observar uma redução na densidade populacional dos Oligochaeta edáficos, coincidindo também com o período de menores temperaturas médias (FIGURA 8).

Em todas as épocas de coleta, a camada superficial 0-10 cm apresentou uma maior densidade populacional quando comparada com as demais no SCO(TABELA 6).

Levando-se em conta a relação entre época da coleta e profundidade, pode-se observar que a camada mais superficial (0-10 cm) foi estatisticamente superior no mês de fevereiro, e estatisticamente inferior em agosto, não havendo diferenças estatísticas nas demais épocas. Nas camadas mais profundas (10-20 cm e 20-30 cm) não houve diferença estatística significativa (TABELA 6).

---

[11] BUTT, K. R. The effect of temperature on intensive production of *Lumbricus terrestris* (Oligochaeta: Lumbricidae). **Pedobiologia**, v. 35, p. 257-264, 1991.

Com relação à biomassa, a camada 0-10 cm foi inferior em relação às outras duas, nos meses de agosto e dezembro. Uma possível explicação é a baixa temperatura no mês de agosto (14,45°C) , e o excesso de chuva em dezembro (187,2 mm), e a camada 20-30 cm foi a inferior no mês de junho e superior no mês de outubro, nos demais meses não houve diferença significativa entre as camadas (TABELA 6). Esses resultados concordam com REDDY (1987) quanto a distribuição vertical das espécies de Oligochaeta edáficos, demonstrando que a maior densidade populacional é encontrada nas camadas superiores do solo durante a estação chuvosa. No inverno a densidade aumentava nos horizontes mais profundos, pois os animais moviam-se em direção às camadas mais profundas, atribuindo esse movimento talvez, às condições do frio e da seca.

TABELA 6 - DENSIDADE POPULACIONAL E BIOMASSA DE OLIGOCHAETA EDÁFICOS OBTIDAS NO SISTEMA DE CULTIVO ORGÂNICO EM TRÊS PROFUNDIDADES AVALIADAS NAS DIFERENTES ÉPOCAS DE COLETA, CANOINHAS-SC, 2006

| Profundidade<br>(cm) | Época da coleta                                |           |           |           |           |           |
|----------------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                      | Fev/06   | Abr/06    | Jun/06    | Ago/06    | Out/06    | Dez/06    |
|                      | -----Densidade (nº ind. m <sup>-2</sup> )----- |           |           |           |           |           |
| 0-10                 | 2,475 aA                                       | 1,413 aBC | 1,689 aBC | 1,165 aC  | 1,640 aBC | 1,853 aAB |
| 10-20                | 1,175 bA                                       | 0,876 bA  | 0,913 bA  | 0,944 aA  | 1,096 bA  | 1,406 aA  |
| 20-30                | 0,761 bA                                       | 0,876 bA  | 0,876 bA  | 0,761 aA  | 0,828 bA  | 0,876 bA  |
|                      | -----Biomassa (g. m <sup>-2</sup> )-----       |           |           |           |           |           |
| 0-10                 | 1,119 aA                                       | 0,621 abA | 0,710 abA | 0,398 bA  | 0,751 abA | 0,392 bA  |
| 10-20                | 0,783 aAB                                      | 0,807 aA  | 0,373 aA  | 0,505 aA  | 0,480 aA  | 0,706 aA  |
| 20-30                | 0,587 abB                                      | 1,055 aA  | 0,309 bA  | 0,513 abA | 0,568 abA | 0,632 abA |

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas (época de coleta) e maiúsculas nas linhas (profundidade) para a mesma variável não diferem estatisticamente entre si pelo o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Não foi possível realizar a análise estatística para os dados do sistema convencional, pois pelo excesso de valores zerados a variância ficava heterogênea, não sendo possível comparar as médias pelos testes estatísticos convencionais.

#### 4.3 TAXONOMIA DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS

Na Tabela 7 se encontram as diferentes famílias de Oligochaeta encontradas nos SCO e SCC.

Dentre as famílias mais freqüentes podemos destacar a Megascolecidae, correspondendo a 70,42 % dos exemplares coletados no SCO e 82,61% no SCC.

Segundo RIGHI, (1999) essas minhocas são amplamente distribuídas no país e características de áreas que sofreram ação antrópica, ou seja, onde o sistema natural foi alterado.

TABELA 7- OCORRÊNCIA DE OLIGOCHAETA EDÁFICOS NOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL, EM TRÊS PROFUNDIDADES DO SOLO, CANOINHAS-SC, 2006

| Família           | Sistema de cultivo |       |              |       |
|-------------------|--------------------|-------|--------------|-------|
|                   | Orgânico           | (%)   | Convencional | (%)   |
| Megascolecidae    | 200                | 69,93 | 19           | 82,61 |
| Lumbricidae       | 21                 | 7,34  | 2            | 8,70  |
| Octochaetidae     | 17                 | 5,94  | 1            | 4,35  |
| Acanthoidrillidae | 18                 | 6,29  | 1            | 4,35  |
| Glossoscolecidae  | 30                 | 10,50 | 0            | 0,00  |
| Total             | 286                |       | 23           |       |

No SCO foram encontrados Oligochaeta pertencentes a quatro famílias: Megascolecidae, Lumbricidae, Octochaetidae, Acanthoidrillidae e Glossoscolecidae.



No SCC destas famílias apenas a Glossoscolecidae não foi encontrada, e segundo RIGHI (1999) esta família é neotrópico e com o maior número de espécies no Brasil, com representantes nativos na América do Sul e Central. O fato de exemplares desta família terem sido encontrados no SCO, indica que este não deve ter sofrido alterações ambientais drásticas, pois as espécies nativas apenas persistem onde a influência antrópica não é significativa e a vegetação nativa não é substituída (FRAGOSO et al., 1999).

As áreas destinadas à agricultura são geralmente povoadas por espécies exóticas, devido às modificações realizadas no ambiente natural para substituí-lo por um sistema agrícola (RIGHI, 1999).

As espécies do gênero *Amyntas*, família Megascolecidae, possuem representantes nativos na Austrália, Nova Zelândia, sudeste da Ásia e América do Norte, e possuem comportamento geófago (ingerem solo) e endógeno (vivem dentro do solo), influenciando as características do solo, alterando as propriedades físicas (infiltração, porosidade, agregação, escoamento da água), químicas e biológicas (decomposição da matéria orgânica, ciclagem e disponibilidade de nutrientes para as raízes, especialmente N e P) do solo (TANCK et al., 2000; LAVELLE et al., 1999).

SAUTTER, et al. (2006), trabalhando em solos antropizados no Paraná encontrou espécies das famílias Megascolecidae, Glossoscolecidae e Acanthodrilidae, comuns nesse tipo de solo.

Portanto, a predominância de espécies da família Megascolecidae nos sistemas refletem as alterações sofridas nos mesmos, sendo estas mais pronunciadas no SCC.

## 5. CONCLUSÕES

Através do presente trabalho pode-se concluir que a qualidade biológica do solo, presença de Oligochaeta, submetido ao sistema orgânico de cultivo de olerícolas é superior em relação ao solo submetido ao sistema convencional ao longo de um ano.

A densidade e biomassa dos Oligochaeta edáficos no sistema convencional foi afetada negativamente pela mecanização do preparo do solo, bem como pelo uso de fertilizantes minerais e agrotóxico, os quais contribuem para desestruturação, compactação e acidificação do solo respectivamente.

A maior densidade populacional foi encontrada na camada mais superficial do solo, 0-10 cm, no SCO onde também foi encontrado o maior teor de matéria orgânica e o maior pH, no entanto, no SCC, as três profundidades foram estatisticamente iguais.

As estações do ano interferiram na flutuação populacional de Oligochaeta, de modo que nos meses mais quentes, foi possível observar uma maior densidade e biomassa desses organismos.

A família mais freqüente em ambos os sistemas foi a Megascolecidae, e a presença da família Glossocolecidae somente no SCO, sugeriu que este ambiente está menos alterado da sua forma natural.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**A Agricultura Convencional.** Disponível em [http://www.amaranthus.esalq.usp.br/agric\\_conv.htm](http://www.amaranthus.esalq.usp.br/agric_conv.htm). Acesso em 12 de janeiro, 2007.

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

ANASTÁCIA FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G. J. , MORAIS, A. R.; ALMEIDA, K.; DUARTE, W. F. Adubação verde no controle de plantas invasoras nas culturas de alface-americana e de repolho. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 967-973, set.out., 2004.

AQUINO, A. M. **Comunidades de minhocas (Oligochaeta) sob diferentes sistemas de produção agrícola em varias regiões do Brasil.** Doc. 146. Seropédica/RJ, Embrapa Agrobiologia. 2001.

ASSAD, M. L. L. Fauna do solo. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. **Biologia dos solos do cerrado.** Planaltina: Embrapa – CPAC, 1997. p. 363-443.

BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; MAFRA, Á. L. et al. Fauna edáfica avaliada por armadilhas de catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 2, p. 97-106, 2003.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos.** Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1979.

BARNES, R. D. **Zoologia dos invertebrados.** São Paulo: Roca, 1984.

BARROS, E.; CURMI, P.V.; CHAVEL, A., et al. The role of macrofauna in the transformation and reversibility of soil structure of oxisol in the process of forest to pasture conversion. **Geoderma**, Amesterdam, v. 100, p. 193-213, 2001.

BARROS, E.; NEVES, A.; BLANCHART, E.; FERNANDES, E.C.; WANDELLI, E.; LAVELLE, P. Development of the soil macrofauna community under silvopastoral and agrosilvicultural systems in Amazonia. **Pedobiologia**, v.47, p.273-280, 2003.

BAYER, C. **Dinâmica da matéria orgânica em sistemas de manejo de solos.** 1996. 241f. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BLANCHART, E. ALBRECHT, A.; ALEGRE, J.; DUBOISSET, A.; GILOT, C.; PASHANASI, B. LAVELLE, P. BRUSSAARD, L. Effects of earthworms on soil structure and physical properties. In: LAVELLE, P.; BRUSSAARD, L.; Hendrix, p. **Earthworms Management in Tropical Agroecosystems.** Oxon: CAB International, 1999. p. 149-172.

BETTIOL, W.; GHINI, R.; GALVÃO, J. A. H.; LIGO, M. A. V.; MINEIRO, J. L.C. Soil organisms in organic and conventional cropping systems. **Scientia Agricola**, v.59, n.3, p.565-572, jul./set. 2002

BOUCHÉ, M. B.; GARDNER, R. H. Earthworms functions: VIII. – population estimation techniques. **Revue d'Ecologie et Biologie Soil**. V. 21, n. 01, p.37-63, 1984.

BRASIL, SECRETARIA DE AGRICULTURA, ABASTECIMENTO, AQUICULTURA E PESCA, ES. Disponível em <http://www.seaq.es.gov.br/olericultura.htm>) acesso em 23 de maio 2007.

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

CAPORAL, F.R.; COSTABEBER, J.A. **Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável: perspectivas para uma nova extensão rural**. Porto Alegre: EMATER, ASCAR, 2001. 36p.

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

CORREIA, M.E.F.; FARIA, S.M.; CAMPELLO, E.F. e FRANCO, A.A. **Organização da comunidade de macroartrópodos edáficos em plantios de eucalipto e leguminosas arbóreas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25. Viçosa, 1995. Anais. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p. 442-444.

CORREIA, M. E. F. Potencial da utilização dos atributos das comunidades de fauna do solo e de grupos chave de invertebrados como bioindicadores de manejo dos ecossistemas. Seropédica: **Embrapa Agrobiologia** (documentos 157), 23p. dez 2002.

CRESTANI F.; SANTOS, J. C. P.; BARETTA, D. et al. Fauna edáfica em diferentes sistemas de manejo do solo. In: FERTBIO, 2002, Rio de Janeiro, **Resumos expandidos...** Rio de Janeiro: EMBRAPA e UFRRJ (2002) (CD-ROM).

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

DECÄENS, T.; LAVELLE, P.; JIMÉNEZ, J.J.; ESCOBAR, G.; RIPPSTEIN, G.; SCHNEIDMADL, J.; SANZ, J.I.; HOYOS, P.; THOMAS, R.J. Impacto del uso de la tierra en la macrofauna del suelo de los Llanos Orientales de Colombia. In: JIMÉNEZ, J.J.; THOMAS, R.J. (Ed.). **El arado natural: las comunidades de macroinvertebrados del suelo en las savanas neotropicales de Colombia**. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 2003. p.21-45. (Publicación CIAT, 336).

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

EDWARDS, C. A.; BOHLEN, P. J. Earthworms ecology in cultivate soils. In: SATCHELL, J. E. **Earthworms Ecology from Darwin to Vermiculite**. London: Chapman and Hall, 1983. p. 123-138.

EDWARDS, C. A., BOHLEN, P. J., LINDEN, D. R. e SUBLER, S. Earthworms in agroecosystems. In HENDRIX, P. F. (ed.) **Earthworm ecology and biogeography in North America**. Boca Raton: Lewis Publ. p. 185-213, 1995

EDWARDS, C. A.; BOHLEN, P. J. **Biology and ecology of earthworms**. London: Chapman e Hall, 1996. 426 p.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. 2 ed. rev. ampl. Guaíba: Agropecuária, 1999, 157 p.

FAO. Organic agriculture, environment and food security. Roma: Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, 2002. Disponível em: <http://www.fao.org/organicag>. Acesso em 02/2007.

FONTANÉTTI, A. ; CARVALHO, G. J.; MORAIS, A. R.; ALMEIDA, K.; DUARTE, W. F. Adubação verde no controle de plantas invasoras nas clturas de alface-americana e de repolho. **Ciência Agrotécnica, Lavras**, v. 28, n. 5, p. 967-973, 2004.

FRAGOSO, C. e P. LAVELLE. **The earthworm community of a mexican tropical rain forest (Chajul, Chiapas)**. On Earthworms (A . M. Bonvicini Pagliai and P. Omodeo, Eds), p. 281-295. Mucchi, Modena, 1987.

FRAGOSO, C.; LAVELLE, P. Earthworm communities of tropical rain forests. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON EARTHWORM ECOLOGY, 4., June 11-15, 1990., Avignon. **Anais...** Avignon, France: Pergamon, 1992. p. 1397-1408.

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.; GRACE, P.R., eds. **Soil Biota: management in sustainable farming systems**. Melbourne: CSIRO, 1994. p.25-132.

FRIGHETTO, R. T. S.; VALARINI, P. J. **Indicadores biológicos e bioquímicos da qualidade do solo**. Embrapa meio ambiente. Jaguariaúna, SP, 2000, 198p.

GRIME, J. P. **Plant strategies and vegetation process**. New York: John Wiley e Sons, 1979. 209 p.

HANSEN, S.; ENGELSTAD, F. Earthworm populations in a cool and wet district as affected by tractor traffic and fertilization. **Applied Soil Ecology**. v.13. p.237±250, 1999.

ISO/WD 23611-1. **Soil Quality – sampling of soil invertebrates**. Part 1: hand-sorting and formalin extraction of earthworms. Version 12. December, 2002. 18p.

KENNETTE, D.; HENDERSHOT, W.; TOMLIN, A.; SAUVÉ, S. Uptake of trace metals by the earthworm *Lumbricus terrestris* L. in urban contaminated soils. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.19, p.191–198, 2002.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Ceres, 1985.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Uso da lavoura-pecuária na recuperação de pastagens degradadas. In: KLUTHCOUSKI, J. et al. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, ca. 7, p.185-223, 2003.

KUKENTHAL, W.; MATTHES, E.; RENNER, M. **Guia de trabalhos práticos de zoologia**. 19ª ed. Coimbra: Livraria Almedina, 1986.

KÜHNELT, W. **Soil biology**: with special reference to the animal kingdom. London: Faber and Faber, 1961. 397 p.

LADD, J.N.; AMATO, M.; LI-KAI, Z.; ZCHULTZ, J.E. Differential effects of rotation, plant residue and nitrogen fertilizers on microbial biomass and organic matter in na Australian Alfisol. **Soil Biology e Biochemistry**, v.26, p.821-831, 1994.

LAVELLE, P.; DANGERFIELD, M.; FRAGOSO, C. et al., **The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility, in the biological management of tropical soil fertility**. In: WOOMER, P. L.; SWIFT, M. J. Wiley Sayce, p. 137-169, 1994.

LAVELLE, P.; SPAIN, A.V. **Soil ecology**. Dordrecht: Kluwer Academic Pub., 2001. 654p.

LEE, K. E. **Earthworms: Their ecology and relationships with soil and land use**. New York: Academic Press, 1985.

LIMA. P.S.L.;TEIXEIRA. L.B.; Macrofauna do Solo em Capoeiras Natural e Enriquecidas com Leguminosas Arbóreas. **Comunicado Técnico n. 62**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Belém, PA, 2002.

LINDEN, R. D., HENDRIX, P. F.; COLEMAN, D. C.; VAN VILET, P. C. J. Faunal indicators of soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Ed). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: Soil Science Society of American, 1994. p. 91 – 106.

LÓPEZ, A. N. et al. Densidad estacional y distribución vertical de los enchytraeidae (annelida: Oligochaeta) en diferentes sistemas de producción. **Ciencia del Suelo (Argentina)**, v. 23 (2), p.115-121, 2005

MEINICKE, A. C. **As minhocas**. Ponta Grossa: Coopersul, 1983.

MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BESAN, F.M.; LOVATO, T.; FERNÁNDEZ, F.F. e DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S. e ALVAREZ V., V.H., eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2003. v.3. p.209-248.

MIYASAKA, S.; NAKAMURA, Y.; OKAMOTO, H. **Agricultura natural**. 2. ed. Cuiabá: SEBRAE/MT, 1997. 73 p. (Coleção agroindústria).

OLIVEIRA, F. L.; RIBAS, R. G. T.; JUNQUEIRA, R. M.; PADOVAN, M. P.; GUERRA, J. G. M. ; ALMEIDA, D. L. ; RIBEIRO, R. L. D. Uso do pré-cultivo de *Crotalaria juncea* e de doses crescentes de “cama” de aviário na produção do repolho sob manejo orgânico. **Agronomia**, vol. 37, nº 2, p. 60 - 66, 2003

PAOLETTI, M. G., SOMMAGGIO, D., FAVRETTO, M. R., PETRUZZELLI, G., PEZZAROSSA, B., BARBAFIERI, M. Earthworms as useful bioindicators of agroecosystem sustainability in orchards and vineyards with different inputs. **Applied Soil Ecology**, vol.10 137-150, 1998.

PAOLETTI, M. G. The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.74, p. 137-155, 1999a.

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

PASCHOAL, A.B. Modelos sustentáveis de agricultura. **Agricultura Sustentável**, v.2, p.11-16, 1995.

PIZL, V., Effect of soil compaction on earthworms (Lumbricidae) in apple orchard soil. **Soil Biology and Biochemistry**.v. 24, 1573-1575, 1992

POWER, R. F; TIARKS, A. E; BOYLE, J. R. Assesing soil quality: Practicable standard for sustainable forest productivity in United States. In: BIGHAM, J. M., KRAL, D. M; VINEY, M. K; ADAMS, M. B; RAMAKRISHNA, K; DAVIDSON, E. A. (Ed). The contribution of soil science to the development and implementation of criteria and indicators of sustainable forest management. Madison: **Soil Science Society of Americam**, 1998. p 53-80. (Special Publication 53)

RASMUSSEN, P.E.; ALBRECHT, S.L. e SMILEY, R.W. Soil C and N changes under tillage and cropping systems in semi-arid pacific northwest agriculture. **Soil Till. Res.** V. 47. p 197-205, 1998.

REDDY, M. V. **Seasonal structure of earthworm (*Pheretima* spp.) populations in a humid tropical deciduous woodland.** On Earthworms (A . M. Bonvincini Paglai and P. Omodeo, Eds.) Mucchi, Modena, pp. 281-295, 1987.

RESSETI, R. R.; MILANI, C. YAMASHITA, M. **Densidade populacional e Biomassa de Oligochaeta Edáficos nos Diferentes ecossistemas no Setor de Ciências Agrárias da UFPR – Curitiba PR.** Curitiba: UFPR, 2003. 8p. (não publicado).

RESSETI, R. R. **Determinação da dose de alil isoticianato em substituição a solução de formol na extração de Oligocheta edáficos.**, Curitiba: UFPR, 2004. 65p. Dissertação de Mestrado.

RESSETI, R. R. Densidade Populacional, Biomassa e Espécies de Minhocas em Ecossistemas de Áreas Urbanas. **Scientia Agraria**, v.7, n.1-2, p.61-66, 2006.

RIGHI, G. **Invertebrados: A minhoca.** Coleção Cientistas de amanhã. São Paulo: Instituto Brasileiro de Educação Ciência e Cultura, 1966.

RIGHI, G. **Minhocas de Mato Grosso e de Rondônia.** Brasília: CNPq, 1990. 157 p.

RIGHI, G. **Minhocas da América Latina: diversidade, função e valor.** São Paulo: Departamento de Zoologia. Instituto de Biociência. Universidade de São Paulo, 1997.

RIGHI, G. Oligochaetas. In: MACHADO, A.B.M.; G.A.B. FONSECA, R. B. MACHADO, L. M.S. AGUIAR, L.V. LINS (eds). **Livro Vermelho das Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna de Minas Gerais.** Belo Horizonte: Biodiversitas. p.573-583. 1999.

RODRIGUES, E. T. **Efeitos das adubações orgânica e mineral sobre o acúmulo de nutrientes e sobre o crescimento da alface (*Lactuca sativa* L.).** Viçosa, MG: UFRV, 1990. 60 p. Dissertação de Mestrado.

SAUTTER, K. D. et al. Present knowledge on earthworm biodiversity in the State of Paraná, Brazil. **European Journal of Soil Biology**, v. 42, Supplement 1, p. 296-300, November 2006.

SCHMIDT, O.; CLEMENTS, R. O.; DONALDSON, G. Why do cereal-legume intercrops support large earthworms populations. **Applied Soil Ecology**, v. 22, p. 181–190, 2003.

SILVA, R. F.; AQUINO, A. M.; MERCANTE, F. M.. Efeitos de diferentes sistemas de manejo do solo sobre estrutura populacional da macrofauna edáfica, em Mato Grosso do Sul. In: FERTBIO, 2002, Rio de Janeiro, **Resumos expandidos.** Rio de Janeiro: EMBRAPA e UFRRJ (2002) (cd-room).



SILVA, R. F.; AQUINO, A. M.; MERCANTE, F. M. ; GUIMARÃES, M. F. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**. vol.41 nº.4 Brasília, 2006

SIMS, R. W.; GERARD, B. M. Family Megascolecidae. In: **Earthworms- Synopsis of the British Fauna (New series)** London: The Linnean Society of London, 1985. p. 126–136.

SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. - **Biologia e Bioquímica do Solo**. ESAL/FAEPE. Lavras.230 p. 1993.

SÖCHTIG, W., LARINK, O. Effect of soil compaction on activity and biomass of endogeic lumbricids in arable soils. **Soil Biology and Biochemistry**. V.24, 1595-1599, 1992.

SHUSTER, W. D.; SHIPITALO, M. J.; SUBLER, S.; AREF, S.; MCCOY, E. L. Earthworm Additions Affect Leachate Production and Nitrogen Losses in Typical Midwestern Agroecosystems. **Environmental Quality**, v. 32. p. 2132-2139, 2003.

STORK, N. E.; EGGLETON, P. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. **American Journal of Alternative Agriculture**, Greenbelt, v. 7, n. 1/2, p. 38-46, 1992.

STTOT, D. E., KENNEDY, A. C., CAMBARDELA, C. A. Impact of soil organisms and organic matter on soil structure. In: LAL, R. (Ed). **Soil quality and soil erosion**. Boca Raton: CRC, Press: cap 4, p. 57-74, 1999.

TADROS, M. S. Beach soil microfauna in Lower Egypt. In: INTERNATIONAL SOIL ZOOLOGY COLLOQUIUM, 7., 29 July-3 Aug., 1980, New York. **Anais...** New York: International Society of Soil Science (ISSS), 1980. p. 257-262. Session 4.

TALAVERA, J. A. Lombrices de tierra presentes en la laurisilva de Tenerife (Islas Canarias) **Miscellània Zoológica**, v. 11, p. 93-103, 1987.

TANCK, B. C. B. et al. Influencia de diferentes sistemas de uso e manejo do solo sobre a flutuação populacional de Oligochaeta edáfico *Amyntas* spp. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 409 – 415, 2000.

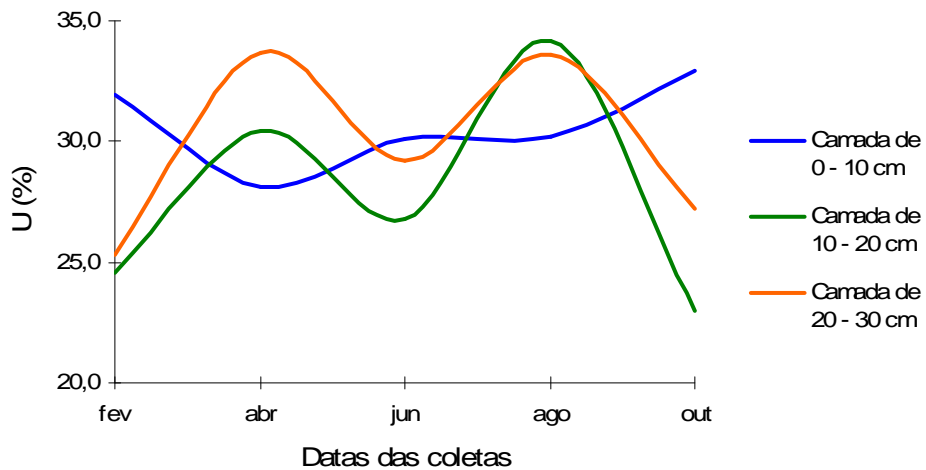
VALARINI, P. J. ; DIAZ, M. C. A. ; GASCO, J. M. ; GUERRERO, F. ; TOKESHI, H. . Integrated evaluation of soil quality after the incorporation of organic matter and microorganisms. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, SP, v. 33, n. 1, p. 53-58, 2002.

WOLTERS, V. Invertebrate control of soil organic matter stability. **Biology and Fertility of Soils**, v.31, p.1-19, 2000.

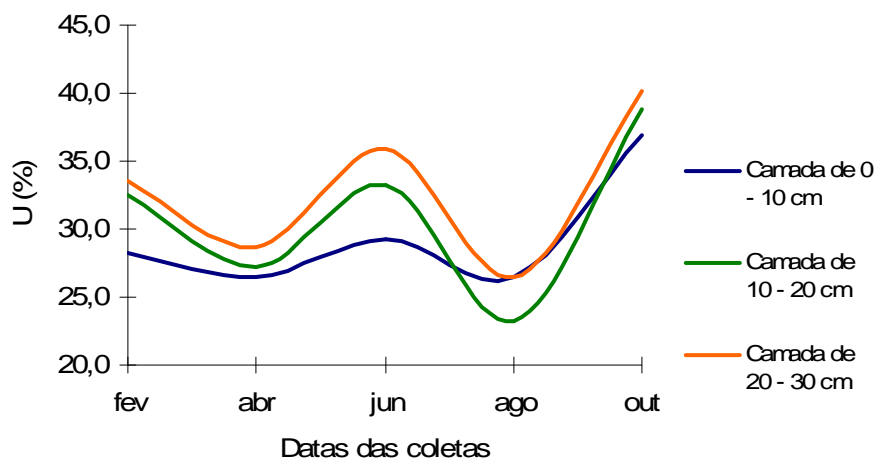
YLI-OLLI, A.; HUHTA, V. Responses of co-occurring populations of *Dendrobaena octaedra* (Lumbricidae) and *Cognettia sphagnetorum* (Enchytraeidae) to soil pH, moisture and resource addition. **Pedobiologia**, v.44, p.87-95, 2000.

**ANEXOS**

ANEXO 1: MÉDIA DA PORCENTAGEM DE UMIDADE NAS AMOSTRAS DE SOLO DO SISTEMA ORGÂNICO, CANOINHAS-SC, 2006



ANEXO 2 : MÉDIA DA PORCENTAGEM DE UMIDADE NAS AMOSTRAS DE SOLO DO SISTEMA CONVENCIONAL, CANOINHAS-SC, 2006



ANEXO 3 – RESULTADO DA ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA A DENSIDADE POPULACIONAL (ind m<sup>-2</sup>) NOS SISTEMAS CONVENCIONAL E ORGÂNICO AVALIADOS, NAS TRÊS PROFUNDIDADES (0-10 CM, 10-20 CM, 20-30 CM) E NAS SEIS ÉPOCAS COLETADAS (FEV, ABR, JUN, AGO, OUT, DEZ 2006)

| Fonte de variação   | Graus de liberdade | Quadrado médio                   | F                    |
|---------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------|
|                     |                    | Densidade (ind m <sup>-2</sup> ) |                      |
| Sistemas (F1)       | 1                  | 15.96631                         | 115.2825 **          |
| Profundidade (F2)   | 2                  | 7.38531                          | 53.3246 **           |
| Estação do ano (F3) | 5                  | 0.67281                          | 4.8579 **            |
| Int. F1 X F2        | 2                  | 4.11073                          | 29.6810 **           |
| Int. F1 X F3        | 5                  | 0.54916                          | 3.9651 **            |
| Int. F2 X F3        | 10                 | 0.39242                          | 2.8334 **            |
| Int. F1 X F2 X F3   | 10                 | 0.10171                          | 0.7344 <sup>ns</sup> |
| Total               | 72                 |                                  |                      |
| Bartlett            |                    | 56.33836 <sup>ns</sup>           |                      |
| CV (%)              |                    | 30.97734                         |                      |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

ANEXO 4 – RESULTADO DA ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA A BIOMASSA ( $\text{g m}^{-2}$ ) NOS SISTEMAS CONVENCIONAL E ORGÂNICO (SCO e SCC), NAS TRÊS PROFUNDIDADES (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm) E NAS SEIS ÉPOCAS COLETADAS (FEV, ABR, JUN, AGO, OUT, DEZ 2006)

| Fonte de variação   | Graus de liberdade | Quadrado médio                 | F          |
|---------------------|--------------------|--------------------------------|------------|
|                     |                    | Biomassa ( $\text{g m}^{-2}$ ) |            |
| Sistemas (F1)       | 1                  | 6.84131                        | 65.5970 ** |
| Profundidade (F2)   | 2                  | 0.03685                        | 0.3533 ns  |
| Estação do ano (F3) | 5                  | 0.48654                        | 4.6651 **  |
| Int. F1 X F2        | 2                  | 0.17462                        | 1.6744 ns  |
| Int. F1 X F3        | 5                  | 1.26058                        | 12.0869 ** |
| Int. F2 X F3        | 10                 | 0.25245                        | 2.4206 *   |
| Int. F1 X F2 X F3   | 10                 | 0.26640                        | 2.5544 *   |
| Total               | 72                 |                                |            |
| Bartlett            |                    | 12.41909 **                    |            |
| CV(%)               |                    | 51.39090                       |            |

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

ANEXO 5 – DENSIDADE POPULACIONAL DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS NO PERFIL DO SOLO (0-30 cm) NOS SISTEMAS ORGÂNICO E CONVENCIONAL NO ANO DE 2006

| Data da coleta | Orgânico  |          |          | Convencional |          |          |
|----------------|---|----------|----------|--------------|----------|----------|
|                | Densidade ( $\text{n}^\circ$ de ind $\text{m}^{-2}$ ) |          |          |              |          |          |
|                | 0-10 cm   | 10-20 cm | 20-30 cm | 0-10 cm      | 10-20 cm | 20-30 cm |
| fev/06         | 314,67  | 42,67    | 5,33     | 90,67        | 5,33     | 0,00     |
| abr/06         | 96,00   | 16,00    | 10,67    | 5,33         | 0,00     | 0,00     |
| jun/06         | 16,00   | 16,00    | 5,33     | 0,00         | 5,33     | 5,33     |
| Ago/06         | 90,67   | 16,00    | 5,33     | 0,00         | 5,33     | 0,00     |
| out/06         | 229,33  | 42,67    | 10,67    | 0,00         | 0,00     | 0,00     |
| Dez/06         | 298,67  | 101,33   | 16,00    | 0,00         | 0,00     | 0,00     |

ANEXO 6 - - BIOMASSA DOS OLIGOCHAETA EDÁFICOS NA CAMADA DO SOLO (0-30 cm) NOS SISTEMAS ORGÂNICO E CONVENCIONAL, CANOINHAS-SC, 2006

| Data da coleta | Orgânico                      |          |          | Convencional |          |          |
|----------------|-------------------------------|----------|----------|--------------|----------|----------|
|                | Biomassa (g m <sup>-2</sup> ) |          |          |              |          |          |
|                | 0-10 cm                       | 10-20 cm | 20-30 cm | 0-10 cm      | 10-20 cm | 20-30 cm |
| fev/06         | 84,592                        | 14,267   | 0,000    | 25,803       | 0,000    | 0,000    |
| abr/06         | 19,904                        | 7,269    | 1,152    | 0,000        | 0,000    | 0,000    |
| jun/06         | 17,968                        | 7,440    | 0,000    | 0,008        | 0,000    | 1,541    |
| Ago/06         | 10,816                        | 1,520    | 1,888    | 0,000        | 0,000    | 0,000    |
| out/06         | 20,981                        | 14,944   | 5,163    | 0,000        | 0,000    | 0,000    |
| Dez/06         | 66,917                        | 11,344   | 5,856    | 0,000        | 0,000    | 0,096    |

ANEXO 7 - MÉDIAS DA DENSIDADE POPULACIONAL NOS SISTEMAS ORGÂNICO E CONVENCIONAL, CANOINHAS-SC, 2006

| Sistemas    | Média da densidade (nº de ind m <sup>-2</sup> ) |
|-------------|---|
| Orgânico    | 1,5859 a  |
| Conencional | 0,8169 b  |
| DMS*        | 0,1428  |

\*DMS: diferença mínima significativa

ANEXO 8 - MÉDIAS DA DENSIDADE POPULACIONAL DE OLIGOCHAETA EDÁFICOS NAS PROFUNDIDADES AVALIADAS

| Profundidade | Média da densidade (nº de ind m <sup>-2</sup> ) |
|--------------|---|
| 0-10 cm      | 1,7059 a  |
| 10-20 cm     | 1,0685 b  |
| 20-30 cm     | 0,8297 c  |
| DMS*         | 0.2101  |

\*DMS: diferença mínima significativa

## ANEXO 9 - MÉDIAS DA DENSIDADE POPULACIONAL NAS ÉPOCAS AVALIADAS

| Época        | Média da densidade (nº de ind m <sup>-2</sup> ) |
|--------------|---|
| Fevereiro/06 | 1,4702 a  |
| Abril/06     | 1,0551 bc                                       |
| Junho/06     | 1,1600 abc                                      |
| Agosto/06    | 0,9566 c  |
| Outubro/06   | 1,1881 abc                                      |
| Dezembro/06  | 1,3786 ab                                       |
| DMS*         | 0,3631  |

\*DMS: diferença mínima significativa

## ANEXO 10 - MÉDIAS DA BIOMASSA NOS SISTEMAS ORGÂNICO E CONVENCIONAL, CANOINHAS-SC, 2006

| Sistemas    | Média da densidade (nº de ind m <sup>-2</sup> ) |
|-------------|---|
| Orgânico    | 0.8801 a  |
| Conencional | 0.3767 b  |
| DMS*        | 0.1239  |

\*DMS: diferença mínima significativa

## ANEXO 11 - MÉDIAS DA BIOMASSA DE OLIGOCHAETA EDÁFICOS NAS PROFUNDIDADES AVALIADAS

| Profundidade | Média da densidade (nº de ind m <sup>-2</sup> ) |
|--------------|---|
| 0-10 cm      | 0.6653 a  |
| 10-20 cm     | 0.6090 a  |
| 20-30 cm     | 0.6109 a  |
| DMS*         | 0.1823  |

\*DMS: diferença mínima significativa

## ANEXO 12 - MÉDIAS DA BIOMASSA NAS ÉPOCAS AVALIADAS

| Época        | Média da densidade (nº de ind m <sup>-2</sup> ) |
|--------------|---|
| Fevereiro/06 | 0.8298 a  |
| Abril/06     | 0.8277 a  |
| Junho/06     | 0.4642 b  |
| Agosto/06    | 0.4721 b  |
| Outubro/06   | 0.6001 ab                                       |
| Dezembro/06  | 0.5767 ab                                       |
| DMS*         | 0.3151  |

\*DMS: diferença mínima significativa

## ANEXO 13 – TEMPERATURA MÉDIA DO AR E PLUVIOSIDADE MÉDIA NO ANO DE 2006, CANOINHAS-SC

| Época | Pluviosidade (mm) | Temperatura (°C) |
|-------|-------------------|------------------|
| Jan   | 105,4             | 22,1             |
| Fev   | 88,5              | 21,75            |
| Mar   | 137,8             | 21,01            |
| Abr   | 13,0              | 16,57            |
| Mai   | 11,5              | 12,26            |
| Jun   | 26,4              | 13,95            |
| Jul   | 57,7              | 13,66            |
| Ago   | 71,5              | 14,45            |
| Set   | 120,7             | 15,04            |
| Out   | 131,4             | 18,91            |
| Nov   | 128               | 19,3             |
| Dez   | 187,2             | 21,68            |