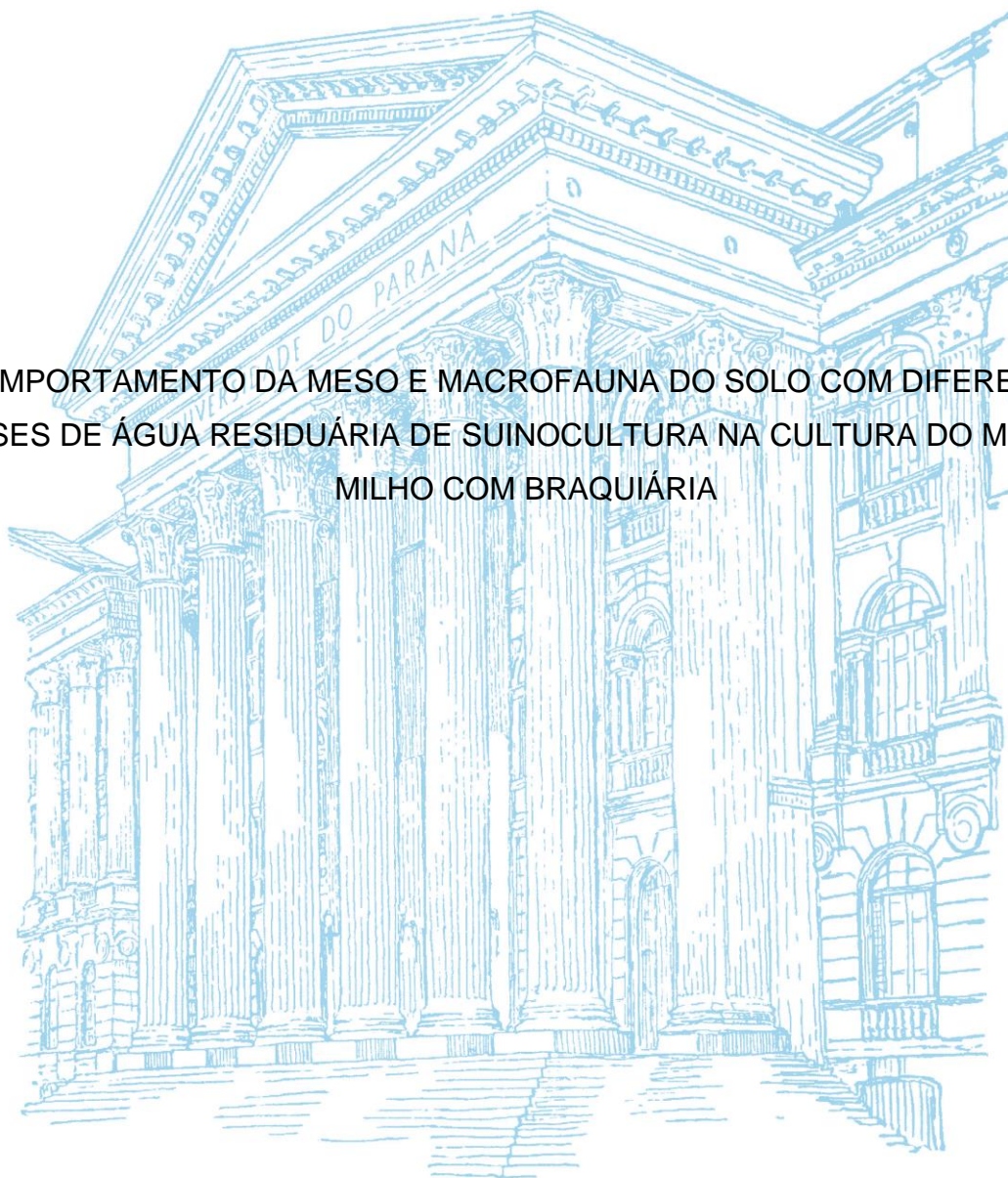


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – SETOR PALOTINA

THIAGO LUIS DELAI

COMPORTAMENTO DA MESO E MACROFAUNA DO SOLO COM DIFERENTES
DOSES DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA NA CULTURA DO MILHO E
MILHO COM BRAQUIÁRIA



PALOTINA

2015

THIAGO LUIS DELAI

COMPORTAMENTO DA MESO E MACROFAUNA DO SOLO COM DIFERENTES
DOSES DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA NA CULTURA DO MILHO E
MILHO COM BRAQUIÁRIA

Trabalho apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo da
Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina.

Orientador: Prof. Dr. Jonathan Dieter

PALOTINA

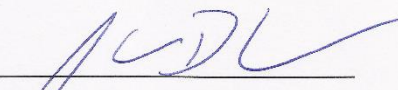
2015

TÉRMO DE APROVAÇÃO

THIAGO LUIS DELAI

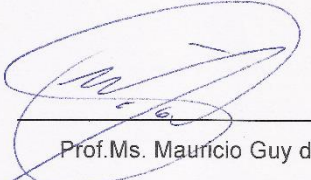
COMPORTAMENTO DA MESO E MACROFAUNA DO SOLO COM
DIFERENTES DOSES DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA NA
CULTURA DO MILHO E MILHO COM BRAQUIÁRIA

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo no curso de Agronomia, pela seguinte banca examinadora:



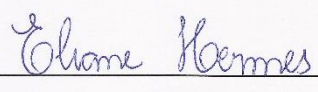
Prof. Dr. Jonathan Dieter

Orientador – Departamento de Engenharia e exatas da Universidade Federal do
Paraná – Setor Palotina, UFPR.



Prof. Ms. Mauricio Guy de Andrade

Docente – Departamento de Engenharia e exatas da Universidade Federal do
Paraná – Setor Palotina, UFPR.



Profª. Dr Eliane Hermes

Docente – Departamento de Engenharia e exatas da Universidade Federal do
Paraná – Setor Palotina, UFPR.

Palotina, 15 de Dezembro de 2015

AGRADECIMENTOS

Especialmente aos meus pais Leonir Delai e Nilda Alves Ferreira Delai, que foram os principais incentivadores dos meus estudos e por todo o conhecimento e carinho dedicado a mim. Agradeço também a minha madrastra Roseneide Botter pelo apoio e incentivo e também ao meu irmão Matheus Domingos Delai.

Ao meu orientador, Jonathan Dieter, pela dedicação de seu tempo e acompanhamento do trabalho e por depositar sua confiança em uma das fases mais importante da graduação.

À todos os professores que passaram com êxito seu conhecimento durante meu trajeto acadêmico. Em especial à aqueles que pude formar um vínculo de amizade.

À todas amizades que criei durante a graduação. Em especial à aqueles que estiveram comigo durante toda a graduação e me auxiliariam de alguma forma, sendo de grande importância, Maikon Yamada Danilussi, Marlon Rodrigo Dupont, Emanuelli Bastos Garcia, Camila Schmidt, Greici Kelly Baumann, Rayssa Fernanda.

RESUMO

A suinocultura é uma atividade econômica que vem crescendo no Sul do país, aumentando também a quantidade de dejetos que possuem alto potencial de poluição. Geralmente o destino final da água residuária da suinocultura tem sido seu uso como fertilizante, proporcionando aumento na produtividade de grãos e economia em adubação química para o produtor rural, porém, quando manejado de forma incorreta pode causar danos ao ambiente, principalmente a parte física, química e biológica do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento da meso e macrofauna do solo sob diferentes doses de água residuária (ARS) e adubo químico, avaliando a riqueza e abundância da fauna edáfica nos diferentes tratamentos. O estudo foi realizado em Toledo - PR, e o solo foi caracterizado como Latossolo Vermelho Eutroférico. Foram aplicadas quatro doses de ARS: 0, 25, 50, 100 m³ ha⁻¹ e 206 kg ha⁻¹ de adubo químico na formulação 8-20-20 de NPK, os tratamentos foram realizados na cultura do milho e milho em consórcio com braquiária, com três repetições, totalizando 30 parcelas de 10,8 m², utilizando o delineamento em parcelas sub-divididas. Foi realizado outro tratamento na mata nativa da propriedade para comparar a comunidade de uma área estável com a área agricultável que é considerada modificada. A captura dos insetos ocorreu no período de enchimento de grãos, com armadilhas de solo tipo Pitfall, sem atrativos e os insetos foram classificados no nível de ordem. Os resultados obtidos foram rodados em programa computacional de estatística multivariada. A riqueza de ordens encontrada na mata nativa foi inferior ao esperado e os tratamentos no milho e milho com braquiária não apresentaram diferença significativa. Os tratamentos com diferentes doses de ARS e adubo químico apresentaram diferença significativa para a riqueza de ordens e não apresentaram diferença significativa para abundância. O tratamento testemunha com 0 m³ ha⁻¹ de ARS apresentou menor interferência sob a fauna edáfica. Entre os outros tratamentos com ARS a dose de 100 m³ ha⁻¹ proporcionou melhor equilíbrio de abundância e riqueza dentre os tratamentos. Os resultados obtidos demonstraram que a fauna edáfica tem seu comportamento afetado com as diferentes doses de ARS.

Palavra-chave: Biologia do solo, Consórcio, Efluentes, Fauna edáfica.

ABSTRACT

The swine production is an economic activity that is growing in the south of the country also increased the amount of waste that have high pollution potential. Usually the final destination of wastewater from pig farming water has been its use as a fertilizer, providing increased grain yield and savings on chemical fertilizers for farmers, but when handled incorrectly can cause damage to the environment, especially the physical part, chemical and biological soil. The objective of this study was to evaluate the behavior of meso and soil macrofauna under different doses of swine wastewater (SWW) and chemical fertilizer, assessing the richness and abundance of soil fauna in different treatments. The study was conducted in Toledo - PR, and the soil was characterized as Red Oxisol Eutroferric. ARS four doses were applied: 0, 25, 50, 100 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ and 206 kg ha^{-1} of chemical fertilizer in the NPK 8-20-20 formulation, the treatments were carried out in maize and maize intercropped with brachiaria with three replications, totaling 30 plots of 10.8 m^2 , using a randomized split-plot. It carried out another treatment in bushland property to compare the community of a stable area with arable land that is considered modified. The capture of insects occurred in the grain filling period, with type pitfall traps Pitfall, unattractive and insects were classified at the level of order. The results have been shot in a computer program of multivariate statistics. Wealth orders found in the native forest was lower than expected and the treatments in corn and corn with Brachiaria no significant difference. The treatments with different doses of SWW and fertilization presented significant difference for the richness of orders and showed no significant difference in abundance. The control treatment with 0 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ SWW showed less interference in the soil fauna. Among other treatments SWW dose of 100 $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$ provided better equilibrium abundance and diversity among the treatments. The results showed that the soil fauna have affected his behavior with different doses of SWW.

Keywords: Soil biology, Consortium, Waste, Soil fauna.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. ARMADILHA DE SOLO TIPO PITFALL CONTENDO A SOLUÇÃO DE FORMOL A 4%.	24
FIGURA 2. DADOS CLIMATOLÓGICOS DE TEMPERATURA NO MÊS DE MAIO.	25
FIGURA 3. CURVA DE RIQUEZA DOS ORGANISMOS COLETADOS.	28
FIGURA 4. CURVA DE ABUNDÂNCIA DOS ORGANISMOS COLETADOS.....	28
FIGURA 5. CURVA DE RIQUEZA NAS DIFERENTES DOSES ARS, ADUBO QUÍMICO E MATA.	30
FIGURA 6. CURVA DE ABUNDÂNCIA NAS DIFERENTES DOSES ARS, ADUBO QUÍMICO E MATA.	32

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA INICIAL DO SOLO NA PROFUNDIDADE DE 0-20 (cm).....	18
TABELA 2. ANÁLISE QUÍMICA DA ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA APLICADA NOS TRATAMENTOS.....	19
TABELA 3. CARACTERIZAÇÃO DA ANÁLISE FÍSICA DO SOLO ANTES DA APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS.	20
TABELA 4. DESCRIÇÃO DO TRATAMENTO REALIZADO EM CADA PARCELA..	22
TABELA 5. TOTAL DE ORGANISMOS COLETADOS NAS ARMADILHAS DE SOLO EM CADA PARCELA... ..	26
TABELA 6. TESTE DE MÉDIAS OBTIDAS PARA OS VALORES DE RIQUEZA NOS DIFERENTES TRATAMENTOS.....	32
TABELA 7. TESTE DE MÉDIAS OBTIDAS PARA OS VALORES DE ABUNDÂNCIA NOS DIFERENTES TRATAMENTOS.....	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO REFERENCIADA	11
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	17
3.2 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO	18
3.2.1 Tratamentos	20
3.2.2 Implantação da Cultura	22
3.3 COLETA DE DADOS.....	23
3.4 ANÁLISE DE DADOS.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 DENSIDADE DOS ORGANISMOS EDÁFICOS.....	25
4.2 ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DOS ORGANISMOS.....	27
5 CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS.....	35

LISTA DE ABREVIATURA E/OU SIGLAS

ARS - Água residuária de suinocultura
 $m^3 ha^{-1}$ - Metros cúbicos por hectare
F - Estatística do teste F
CV% - Coeficiente de variação em %
mm - Milímetro
cm - centímetro
NPK - Nitrogênio, fósforo e Potássio
 g/cm^3 – Gramas por centímetro cúbico
mm – Milímetro
°C – Graus Celsius

1 INTRODUÇÃO REFERENCIADA

Com o aumento da demanda no consumo de alimentos de origem animal devido ao crescimento da população mundial, a suinocultura tem aumentado sua tecnificação, com o auxílio do melhoramento genético e melhores práticas de manejo, com o objetivo de suprir o aumento da demanda de carne suína no mercado consumidor (ANUALPEC,2002). O fato de o Brasil ser um dos principais produtores de soja e milho do mundo, que são os principais constituintes da ração dos suínos, acaba impulsionando a instalação da suinocultura nas propriedades rurais, contribuindo com a expansão e consolidação da atividade da suinocultura, principalmente na região Sul do País (HACK *et al.*,2011).

Junto com a expansão da suinocultura também está aumentando a quantidade de água residuária da suinocultura (ARS), que antigamente devido à produção de suínos ser em menor escala, a quantidade de ARS depositada no solo na forma de fertilizante não era o suficiente para causar toxidez no solo. No entanto, com o aumento das proporções da ARS resultante da atual suinocultura, a mesma pode se tornar um potencial poluidor de solos e lençóis freáticos quando aplicado sem planejamento e conhecimento dos impactos ambientais que podem ser desencadeados no ambiente (GARTNER; GAMA, 2005).

Nos últimos anos a produção de carne suína no Brasil teve uma expansão significativa. Conforme dados do DERAL/SEAB, o estado do Paraná terá a maior expansão entre os maiores estados produtores. Este crescimento é apoiado principalmente na melhoria dos sistemas produtivos e tecnologia envolvida na produção, bem como o manejo, melhorias nos padrões de abate do animal e aumento no consumo de carne suína (GERVÁSIO, 2013, p.6). O rebanho paranaense é composto por 5,52 milhões de cabeças (IBGE, 2013). Este distribuído pelo estado, contudo o maior rebanho encontra-se na cidade de Toledo que representa 9,9% do rebanho total, seguido por Marechal Cândido Rondon, cidade limítrofe a Toledo, com 5,9% do rebanho estadual. Sendo terceiro maior do país (GERVÁSIO, 2014, p.7).

A utilização de ARS em lavouras, como substituinte de fertilizantes minerais ou forma de descarte, é uma prática bastante adotada pelos suinocultores e, às vezes, a única fonte de nutrientes à cultura, sendo uma maneira de diminuir os custos de produção, visando o aumento de lucro e sustentabilidade das pequenas propriedades

(MAGGI *et al.*, 2011, p.171). Apesar do potencial poluidor da ARS, está pode fornecer nutrientes para o solo como, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro, zinco, cobre e outros, que quando utilizada de forma planejada podem contribuir para redução da aplicação de fertilizantes químicos nas lavouras sem resultar em contaminações ou toxidez por excesso de nutrientes no solo. (TREVISAN *et al.*,2013, p.2).

As águas residuárias da suinocultura podem apresentar nutrientes em quantidades suficientes para serem aproveitadas na fertirrigação de culturas agrícolas, levando ao aumento da produtividade, sendo que aproximadamente dois terços do nitrogênio, um terço do fósforo e quase 100% do potássio, encontram-se na água residuária na forma mineral, isto é, numa forma prontamente assimilável pelas culturas (GOMES FILHO *et al.*,2001, p.132).

As quantidades e as frequências com que as dejeções animais podem ser aplicadas ao solo, variam com o tipo de solo, com a natureza e composição da ARS, com as condições climáticas e com a cultura cultivada (BARROS *et al.*,2005, p.48). É necessário saber a dosagem ideal de ARS depositada na cultura para garantir produtividade sem riscos de problemas ambientais, como a contaminação do lençol freático e salinização do solo. (CARNEIRO *et al.*,2011, p.483). O uso não correto dos dejetos de suínos pode trazer efeitos deletérios ao solo, como por exemplo, o entupimento dos macroporos, causando o selamento superficial que dificulta a infiltração de água e a troca de gases entre a atmosfera e o solo interferindo diretamente sob a comunidade edáfica; além disso, também oferece o risco de salinização do solo, poluição do solo e plantas com metais pesados e contaminação do homem e animais por agentes patogênicos provenientes dos dejetos (MATOS *et al.*, 1997).

A fauna edáfica em equilíbrio atribui ao solo um potencial maior de resistir às interferências causadas por animais e plantas no ecossistema. Os ecossistemas com alta diversidade tendem a se recuperar mais rapidamente da perturbação e restaurar o equilíbrio através da ciclagem de nutrientes e fluxo de energia (FERNANDES *et al.*, 2015, p.48). Os organismos edáficos dão respostas imediatas a qualquer interferência no solo e ambiente. (BARETTA *et al.*,2011, p.144).

Os seres vivos do solo fazem parte dele, modificando - o e influenciando-se. O solo é formado através de sua vida, e a vida é típica às características específicas do solo, quer dizer: o solo determina sua vida e a vida determina o solo mutuamente.

(PRIMAVESI, 1979, p.147). Dentre as modificações e transformações químicas do solo, sabe-se que essas são diretamente relacionadas pela atividade microbiológica e da meso e macrofauna, que podem ser alteradas pela adição de efluentes orgânicos, em função do fornecimento de alimento, modificação da temperatura e cobertura do solo. (TESSARO, 2013, p.18).

Os organismos do solo podem ser classificados conforme seu tamanho onde a macrofauna, corresponde a organismos maiores de 4 mm, com as características de construir ninhos, cavidades, galerias e transportar materiais de solo alterando as características físicas do solo, como por exemplo, os anelídeos, térmitas e formigas, incluindo os moluscos, crustáceos e aracnídeos (LAVELLE *et al.*, 1994). A macrofauna do solo tem importante papel nos processos do ecossistema no que concerne à ciclagem de nutrientes e estrutura do solo, por ser responsável pelo processo de fragmentação dos resíduos orgânicos, mistura das partículas minerais e orgânicas, redistribuição da matéria orgânica (BARETTA *et al.*, 2007b). As minhocas são importantes na ciclagem de nutrientes e estão relacionadas com a decomposição dos restos culturais. Já as formigas exercem importante papel no fluxo de materiais no ecossistema, porém a grande diversidade de espécies dificulta a identificação de quais são mais relevantes nessa função. (BARRETA *et al.*, 2011, p.26).

Na mesofauna, estão os organismos entre 0,2 e 4 mm, que se movimentam em fissuras, poros e na interface do solo interferindo na comunidade de microrganismos do solo, como por exemplo os ácaros e colêmbolos, incluindo os proturos, dipluros, tisanuros, e pequenos insetos (GIRACCA *et al.*, 2003, p.257). A maioria dos componentes da mesofauna e muitos da macrofauna melhoram o solo, principalmente no que diz respeito à mobilização de nutrientes e melhoramento de estrutura através da ativação da microvida. (PRIMAVESI, 1979, p.148). A macro e mesofauna são responsáveis pela fragmentação física dos resíduos vegetais, redistribuição dos resíduos vegetais e dos microrganismos encontrados no solo, mistura de materiais de origem orgânica e mineral, formação de bioporos e regulação da população de microrganismos (CORREIA; OLIVEIRA, 2005).

As práticas agrícolas causam impactos na comunidade edáfica natural, independente do manejo sustentável adotado para a proteção do solo, a cultura instalada proporciona condições ideais para o crescimento de uma determinada comunidade edáfica, fazendo com que a fauna do solo procure um novo equilíbrio, alterando a população de indivíduos. A sucessão de cultura instalada por grande parte

dos produtores na região Oeste do Paraná, cultivando a cultura da Soja (*Glycine max* L.) na safra e do Milho (*Zea mays*.) na safrinha, proporcionam condições de temperatura, umidade e resíduos orgânicos, que beneficiam o desenvolvimento de uma determinada fauna edáfica do solo, que vai sofrer interferências com aplicações de ARS. O efeito do uso de diferentes formas de dejetos pode levar a resultados benéficos ou maléficos à macrofauna edáfica, variando conforme a composição e quantidade do dejetos aplicado (ALVES *et al.*, 2008, p.591).

A dose de aplicação do resíduo pode ser determinada com base na concentração do nutriente presente em maior quantidade no solo que, geralmente, é o nitrogênio, evitando assim a toxidez que pode vir a ser causada por excesso de algum nutriente (BARROS *et al.*, 2005, p.48).

O comportamento da fauna do solo submetida a diversos tipos de manejo ainda é pouco conhecido, pois tem havido maior interesse em seus estudos sobre outros determinantes. Apesar disso, alguns autores tem iniciado estudos utilizando ARS, visando verificar os efeitos sobre a fauna de solo, principalmente aos pertencentes a meso e macrofauna, dentre eles, os que possuem a capacidade de atuar como indicadores da qualidade ambiental dos solos (TESSARO, 2009, p.16). Bioindicadores ou indicadores biológicos são espécies ou comunidades biológicas cuja presença ou ausência, abundância e condições nas quais os indivíduos se encontram determinam as condições ambientais (BARRETA *et al.*, 2011, p.138). Dentre os organismos edáficos mais representativos como bioindicadores estão alguns representantes dos Hymenoptera (formigas e abelhas), Isoptera (cupins), Coleoptera (Besouros), Arachnida (aranhas), Collembola (colêmbolos), Oligochaeta (minhocas), entre outros integrantes da meso e macrofauna do solo (PAOLETTI; BRESSAN, 1996; PAOLETTI, 1999; BROWN JR.; FREITAS, 2000; WINK *et al.*, 2005).

Os bioindicadores são importantes, visto que podem correlacionar determinado fator antrópico com potencial impactante ou um fator natural, auxiliando na avaliação da qualidade do solo (BARETTA *et al.*, 2010). Os bioindicadores podem ser usados na avaliação da indicação de alterações de habitat, degradação do ambiente natural, contaminação por metais pesados ou produtos químicos utilizados nas culturas ou por excesso de ARS, reabilitação de áreas degradadas, sucessão da vegetação e tipo de manejo adotado (MELO *et al.*, 2009; ANDRÉA, 2010). Uma grande diversidade de organismos que habitam o solo são indicadores de sua

qualidade, além das inúmeras funções que desempenham no solo (KNOEPP *et al.*, 2000).

Outro aspecto a considerar é que a fauna edáfica contribui na decomposição de resíduos orgânicos e constituição do solo. Portanto, a determinação da sua população e diversidade é de relevante importância para avaliar as interações biológicas entre o solo, planta e fauna edáfica (GIRACCA *et al.*, 2003, p.257).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento da meso e macrofauna do solo com diferentes doses de água residuária da suinocultura (ARS) na cultura do milho e milho com braquiária durante um ciclo da cultura.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar até que doses de água residuária da suinocultura a meso e macrofauna suportam sem interferência negativa no sistema do solo;
- Comparar a diferença de densidade e diversidade da macro e mesofauna do solo nos diferentes tratamentos;
- Comparar o comportamento dos tratamentos de água residuária da suinocultura com o tratamento de adubo químico, verificando qual apresenta menor interferência na comunidade edáfica;
- Comparar qual dose do tratamento com água residuária mais se assemelha com a fauna edáfica da mata nativa;
- Comparar os tratamentos de milho solteiro com o de milho com braquiária, verificando qual tratamento causa menor interferência na fauna edáfica.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

A primeira fase do experimento foi realizada no distrito de Vila Nova, que pertence à cidade de Toledo-PR, com as coordenadas 24°33'57" de latitude Sul e 53°48'20" de longitude Oeste, com altitude de 470 metros em relação ao nível do mar.

No sistema de classificação climática de Koeppen, Toledo é classificada como Cfa - Clima subtropical; temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida, com precipitação média anual que varia de 1600mm a 1800mm e umidade relativa com variância de 75 a 80%(CAVIGLIONE, 2000).

A área onde o experimento foi realizado possui baixa declividade, o solo do local foi caracterizado como Latossolo Vermelho Eutroférico (EMBRAPA, 2013). O solo da área experimental apresenta alta aptidão para agricultura, com plantio realizado sem revolvimento de solo, com sucessão da cultura da soja (*Glycine max* L.) na safra e milho (*Zea mays*) na safrinha. A área da mata nativa onde foi realizado o tratamento da mata constitui a Reserva Legal da propriedade onde o experimento foi instalado, que se encontra próximo onde os tratamentos com milho e milho com braquiária foram realizados.

Foi realizado a análise química do solo na profundidade de 0 a 20 cm na área do experimento, no laboratório de solos Solanalise em Cascavel-PR, realizando a interpretação da disponibilidade dos nutrientes presentes no solo para a cultura do milho e milho em consórcio com braquiária implantado na área. Na Tabela 1, pode-se observar a caracterização química inicial do solo na profundidade de 0 a 20cm.

Tabela 1. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA INICIAL DO SOLO NA PROFUNDIDADE DE 0-20 (cm).

Parâmetros	Unidade	Resultados	Interpretação
pH CaCl ₂	--	4,50	
Cobre	mg/dm ³	12,67	Alto
Zinco	mg/dm ³	4,88	Alto
Ferro	mg/dm ³	25,95	Médio
Manganês	mg/dm ³	268,10	Alto
Cálcio	Cmol _c /dm ³	2,95	Médio
Magnésio	Cmol _c /dm ³	1,13	Alto
Potássio	Cmol _c /dm ³	0,32	Alto
Alumínio	Cmol _c /dm ³	0,58	Médio
H + Alumínio	Cmol _c /dm ³	7,76	Alto
Soma de bases	Cmol _c /dm ³	4,40	Médio
C T C pH 7.0	Cmol _c /dm ³	12,16	Alto
Carbono	g/dm ³	16,00	Alto
M. Orgânica	g/dm ³	27,52	Alto
Sat. Alumínio	%	11,65	Médio
Sat. Bases	%	36,18	Baixo

* Análise realizada no laboratório de solos Solanalise.

3.2 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido nos meses de fevereiro a julho de 2015, constituindo um ciclo da cultura do milho e milho em consórcio com braquiária. A fertirrigação com água residuária de suinocultura (ARS) foi realizada de forma manual com o irrigador um dia antes da instalação da cultura, nos tratamentos tratados com ARS. A ARS utilizada no tratamento das parcelas é oriunda da própria propriedade, captado da saída da esterqueira de fossa comum oriundo de suínos na fase de engorda. Foi realizada a análise química da água residuária de suinocultura aplicada nos tratamentos, a análise foi realizada no laboratório de solos Solanalise em Cascavel-PR. Na Tabela 2, pode-se observar a caracterização química da ARS aplicada.

Tabela 2. ANÁLISE QUÍMICA DA ÁGUA RESIDUARIA DE SUINOCULTURA APLICADA NOS TRATAMENTOS.

Parâmetros	Unidade	Resultados
Nitrogênio	g/L ⁻¹	9,13
Fósforo	g/L ⁻¹	0,59
Potássio	g/L ⁻¹	3,20
Cálcio	g/L ⁻¹	10,24
Magnésio	g/L ⁻¹	2,78
Enxofre	g/L ⁻¹	6,51
Carbono	g/L ⁻¹	5,11
Matéria Orgânica	g/L ⁻¹	8,78
Cobre	mg/L ⁻¹	19,16
Zinco	mg/L ⁻¹	30,44
Manganês	mg/L ⁻¹	607,2
Boro	mg/L ⁻¹	8,91
PH	--	7,10

* Análise realizada no laboratório de solos Solanalise.

A densidade, macro e microporosidade do solo foram determinados antes da instalação e após a retirada da cultura, pelo método do anel volumétrico (EMBRAPA, 1997). O método do anel volumétrico foi realizado no laboratório de solos da Universidade Estadual do Paraná- UNIOESTE, campus de Cascavel-PR. A análise física do solo está representada na Tabela 3.

Tabela 3. CARACTERIZAÇÃO DA ANÁLISE FÍSICA DO SOLO ANTES DA APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS.

Doses	Macroporosidade (Poros >50) (%)		Microporosidade (Poros <50) (%)		Porosidade Total (%)		Densidade Total(g/cm ³)	
	Sem braquiária	Com Braquiária	Sem Braquiária	Com Braquiária	Sem Braquiária	Com Braquiária	Sem Braquiária	Com Braquiária
0-10								
0	15,08	13,62	41,64	42,57	56,72	56,20	1,30	1,33
25	13,44	12,51	41,78	42,74	55,23	55,25	1,31	1,31
50	13,31	12,42	42,63	41,63	55,94	56,06	1,32	1,31
100	13,59	9,68	43,54	43,40	57,15	53,08	1,33	1,37
NPK	12,41	10,41	42,41	42,14	54,83	52,56	1,34	1,35
10-20								
0	10,26	10,6	41,19	41,83	51,45	52,44	1,40	1,38
25	10,69	11,06	42,12	42,28	52,82	53,34	1,39	1,36
50	11,85	9,73	41,86	43,20	53,71	52,93	1,37	1,39
100	11,43	9,99	41,80	42,23	53,23	52,23	1,34	1,40
NPK	9,69	10,51	40,86	40,93	50,55	51,45	1,39	1,37
20-30								
0	8,52	8,97	41,90	42,19	50,42	51,16	1,37	1,41
25	10,53	7,99	44,31	43,31	53,52	51,31	1,36	1,41
50	10,67	7,31	40,18	44,10	50,85	51,42	1,34	1,40
100	10,41	10,33	41,70	43,36	52,12	53,69	1,30	1,36
NPK	9,53	7,33	41,39	41,46	50,92	47,47	1,39	1,40tor

Nota: Método do anel volumétrico.

3.2.1 Tratamentos

Foram instalados onze tratamentos, utilizando as doses de ARS mais comumente utilizadas pelos produtores rurais que possuem a suinocultura instalada em suas propriedades, o tratamento testemunha e o tratamento na Mata nativa.

Tratamentos com ARS: Tratamento com quatro doses de ARS, constituindo quatro tratamentos, nas seguintes doses: 0, 25, 50, 100 m³/ha⁻¹ aplicado um dia antes a instalação da cultura.

Tratamento químico: tratamento com adubação química, com formulação indicada para atender todas as exigências da cultura no período que estiver instalada no campo, foi aplicado 206 kg/ ha da formulação de Mosaic 8-20-20 de NPK.

Tratamento na Mata nativa: Tratamento com o objetivo de avaliar um ambiente sem interferências, avaliando as alterações causadas na fauna edáfica pelo manejo do solo na implantação da agricultura.

Os 5 tratamentos com ARS e químico foram iguais para milho solteiro e o milho em consórcio com braquiária, constituindo ao total 10 tratamentos. O décimo primeiro tratamento foi realizado na mata nativa, cada tratamento teve 3 repetições, totalizando 33 parcelas. O delineamento utilizado foi em DIC (Delineamento inteiramente casualizado), por considerar que as parcelas que vão receber os tratamentos são homogêneas. As parcelas mediam 3 metros de largura por 3,6 metros de comprimento e entre elas um corredor de 1 metro de largura, sendo sua área útil 10,8 m². Na parcela da Mata nativa as três repetições tiveram 15 metros de distância entre elas. O tratamento realizado em cada parcela foi descrito na Tabela 4.

Tabela 4. DESCRIÇÃO DO TRATAMENTO REALIZADO EM CADA PARCELA.

Descrição dos tratamentos realizados		
Parcela	Doses	Cultura
1	25	Milho
2	0	Milho
3	100	Milho
4	50	Milho
5	0	Milho
6	50	Milho
7	100	Milho
8	25	Milho
9	100	Milho
10	25	Milho
11	0	Milho
12	50	Milho
13	Químico	Milho
14	Químico	Milho
15	Químico	Milho
16	Químico	Milho com Braquiária
17	Químico	Milho com Braquiária
18	Químico	Milho com Braquiária
19	100	Milho com Braquiária
20	25	Milho com Braquiária
21	100	Milho com Braquiária
22	25	Milho com Braquiária
23	50	Milho com Braquiária
24	25	Milho com Braquiária
25	50	Milho com Braquiária
26	0	Milho com Braquiária
27	0	Milho com Braquiária
28	100	Milho com Braquiária
29	50	Milho com Braquiária
30	0	Milho com Braquiária
31		Mata
32		Mata
33		Mata

3.2.2 Implantação da Cultura

A cultura foi instalada no dia seguinte a fertirrigação sob os restos culturais da cultura da soja, foi semeado o milho Dow Agrosiences 2B587PW, um híbrido que se

destaca pela precocidade, alta sanidade e qualidade do grão, utilizando uma semeadora de plantio direto tracionada por um trator. Foi utilizado o espaçamento de 90 centímetros (cm) entrelinhas, com profundidade de 4 cm, semeando 5,8 sementes por metro linear. As parcelas que constituem os tratamentos do milho em consórcio com braquiária, foi semeada a *Braquiária ruziziensis* uma semana após a instalação da cultura do milho na entrelinha, com semeadora manual, com 1 cm de profundidade, foi utilizado 3 quilos de semente de braquiária por hectare.

Para eliminar as interferências de plantas daninhas, doenças e pragas na cultura, foram realizados tratamentos culturais no experimento, para o manejo de plantas daninhas foi realizado a capina para plantas daninhas, durante o período total de prevenção a interferência (PTPI), que constitui todo o período que a planta deve crescer sem interferência, após esse período o fechamento da linha da cultura suprime a emergência de plantas daninhas. Para o manejo de doenças e pragas foram feitas aplicações de defensivos químicos durante o desenvolvimento da cultura, utilizando os produtos e doses recomendadas para cada finalidade.

3.3 COLETA DE DADOS

A coleta da meso e macrofauna do solo foi realizada no período do enchimento de grão do milho, sendo que as armadilhas ficaram uma semana nas parcelas, no período de 12 a 19 de maio (TESSARO, 2009). As amostras foram obtidas através de armadilhas de solo do tipo Pitfall (Figura 1), sendo colocados 3 recipientes com 5 cm de altura e 7,5 cm de diâmetro em cada parcela e foram cavados buracos para que os recipientes ficassem a nível do solo, tendo cuidado para que não caísse terra dentro das armadilhas, atrapalhando a identificação dos insetos posteriormente. Foi realizada a limpeza ao redor do recipiente para evitar que os insetos desviasse da armadilha e dentro de cada armadilha continha uma solução com 4% de Formol, para matar e conservar os insetos dentro do recipiente. As armadilhas foram cobertas com pratos plásticos, fixadas com palitos, com o objetivo de proteger o transbordo da solução em caso de chuva. Após a coleta os insetos foram transferidos e conservados em solução com álcool 70%.



Figura 1. ARMADILHA DE SOLO TIPO PITFALL CONTENDO A SOLUÇÃO DE FORMOL A 4%.

3.4 ANÁLISE DE DADOS

Os materiais coletados foram identificados com ajuda de material bibliográfico, analisando a biodiversidade e quantidade da fauna edáfica em cada parcela. Os indivíduos coletados foram classificados em nível taxonômico de ordem. Após a identificação calculou-se a abundância e riqueza de grupos da fauna do solo.

Foi realizada a análise descritiva dos dados e análise de variância com comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, através do programa computacional Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2002).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na semana que as armadilhas estiveram a campo, do dia 12 a 19 de maio a temperatura variou entre mínima de 16°C e máxima de 24°C (Figura 2), sendo que a temperatura mais amena, associada com uma semana chuvosa favoreceu o número reduzido de insetos coletados nas armadilhas, o mês de maio teve uma média de 190 mm no município de Toledo (IAPAR; SIMEPAR, 2015).

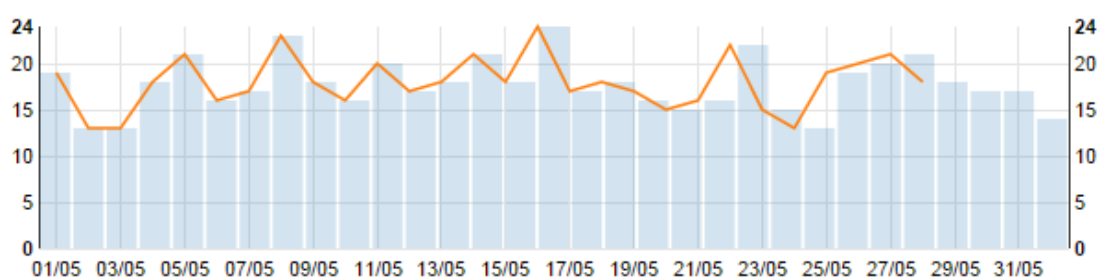


Figura 2. DADOS CLIMATOLÓGICOS DE TEMPERATURA NO MÊS DE MAIO.

FONTE: INPE (2015).

4.1 DENSIDADE DOS ORGANISMOS EDÁFICOS

Foram coletados um total de 555 organismos (Tabela 5), pertencentes a 10 ordens diferentes durante o período de sete dias que as armadilhas de solo ficaram nas parcelas. As ordens coletadas foram Coleóptera, Dermaptera, Orthoptera, Lepidoptera, Diptera, Araneae, Hymenoptera, Hemiptera, Scutigera e Neuroptera.

Tabela 5. TOTAL DE ORGANISMOS COLETADOS NAS ARMADILHAS DE SOLO EM CADA PARCELA.

Braquiária	Adubação	Coleoptera	Dermaptera	Orthoptera	Lepidoptera	Diptera	Araneae	Hymoptera	Hemiptera	Scutigeromorpha	Neuroptera
Não	0	9	1	2	0	8	1	2	0	0	0
Não	0	11	0	3	0	10	1	2	0	0	0
Não	0	15	0	6	0	11	2	1	0	0	0
Não	25	7	0	2	1	6	0	3	1	0	0
Não	25	5	1	0	1	2	0	1	0	1	0
Não	25	18	0	0	0	2	1	0	0	0	0
Não	50	11	0	1	0	2	3	0	0	1	0
Não	50	5	0	4	0	6	0	1	0	0	0
Não	50	8	0	0	0	0	2	2	0	0	0
Não	100	5	0	3	0	12	3	2	1	0	0
Não	100	6	2	1	2	0	2	1	0	1	0
Não	100	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Não	Químico	7	0	1	0	0	2	0	0	1	0
Não	Químico	10	0	1	0	2	0	1	0	0	0
Não	Químico	22	0	0	0	3	2	0	0	0	0
Sim	0	6	0	5	0	7	0	1	0	0	0
Sim	0	5	1	1	0	8	1	1	0	0	0
Sim	0	10	0	2	1	24	2	5	1	0	0
Sim	25	3	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Sim	25	6	0	1	0	8	0	0	0	0	0
Sim	25	1	0	0	0	3	2	0	0	0	0
Sim	50	6	0	1	0	5	1	0	0	0	0
Sim	50	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0
Sim	50	5	0	0	0	6	1	0	0	0	0
Sim	100	8	0	2	0	5	1	0	2	0	0
Sim	100	3	0	1	1	0	1	0	0	0	0
Sim	100	12	2	1	1	3	0	2	0	0	0
Sim	Químico	26	0	2	1	7	1	0	1	0	0
Sim	Químico	16	0	4	0	5	1	0	1	0	1
Sim	Químico	9	0	3	0	1	0	0	0	0	1
--	Mata	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
--	Mata	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
--	Mata	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0

As doses de ARS e a adubação química proporcionaram mudanças diferentes nas características físicas, químicas e biológicas do solo, como a comunidade edáfica é responsiva a mudanças empregadas em seu ambiente, houve diferentes respostas no comportamento da riqueza e abundância da comunidade edáfica nos diferentes tratamentos. Sendo que cada tratamento proporcionou condições favoráveis para o desenvolvimento de uma determinada comunidade.

Quanto mais diversa for a cobertura vegetal, maior será a heterogeneidade dos organismos edáficos, que apresentará maior diversidade e densidade de comunidades da fauna (CORREIA; ANDRADE, 1999).

As ordens que destacaram-se em maior densidade foram Coleóptera, Orthoptera e Díptera. A maior densidade dessas ordens se destaca principalmente pelo fato de várias espécies passarem pelo menos parte de seu ciclo no solo, sendo que o plantio sem revolvimento favorece o crescimento da entomofauna, devido a maior disponibilidade de matéria orgânica que serve como alimento para os insetos (SILVA; CARVALHO, 2000, p.200). A alta densidade da ordem díptera pode ter sido favorecida devido à proximidade da área do experimento com a esterqueira da propriedade.

4.2 ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DOS ORGANISMOS

Os resultados encontrados para riqueza e abundância nos diferentes tratamentos estão representados nas Figuras 3 e 4, respectivamente. Não houve diferença significativa maior que 5% para o teste de Tukey quando comparado os resultados no milho e milho em consórcio com braquiária, tanto para abundância como para riqueza. Houve diferença significativa maior que 5% para o teste de Tukey para riqueza e abundância quando os tratamentos realizados no milho e milho em consórcio com braquiária foram comparado com o tratamento da mata, devido ao número reduzido de insetos coletados na mata.

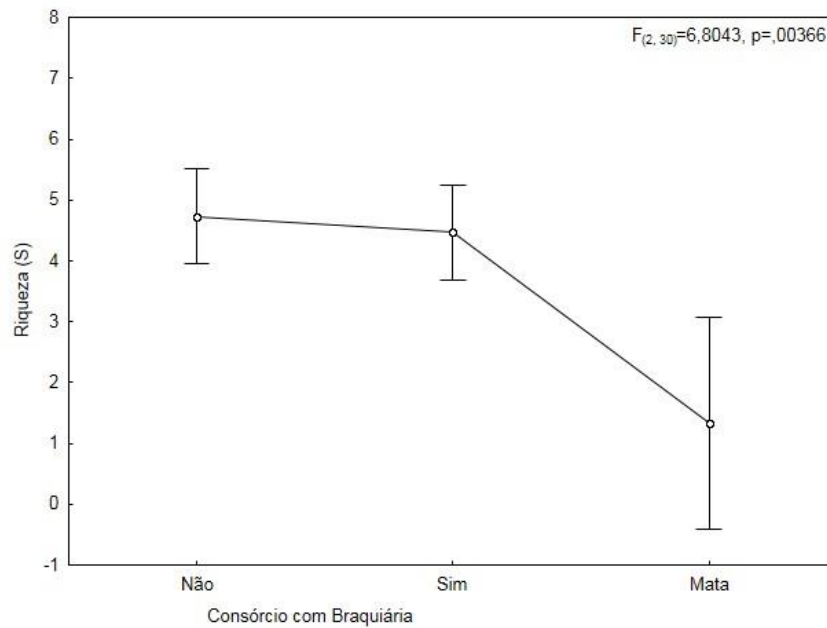


Figura 3. CURVA DE RIQUEZA DOS ORGANISMOS COLETADOS.

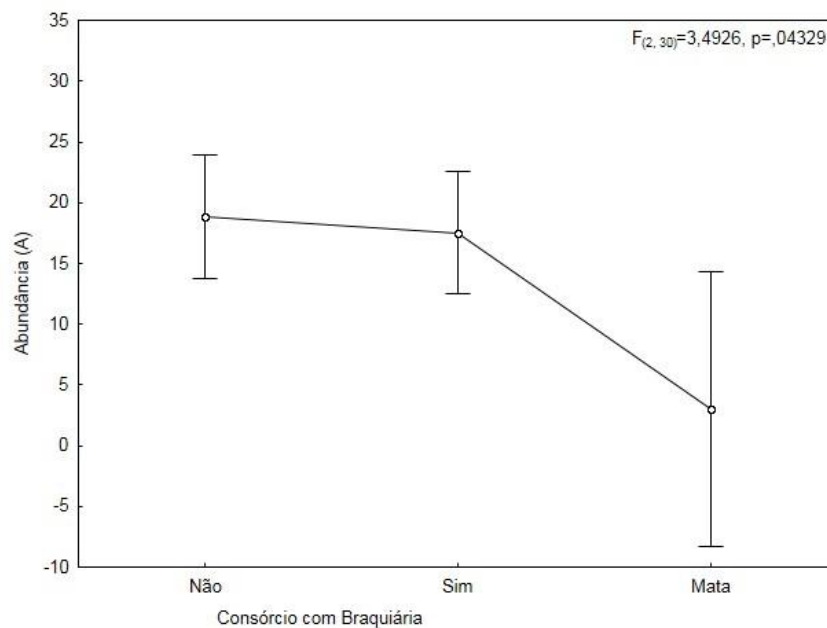


FIGURA 4. CURVA DE ABUNDÂNCIA DOS ORGANISMOS COLETADOS.

Analisando a riqueza e a abundância da fauna edáfica coletada nos tratamentos, foi observando pequena diferença de média entre os tratamentos realizados no milho e milho em consórcio com braquiária. Foi observado diferença significativa maior que 5% para o teste de Tukey, apenas para o tratamento da mata quando comparado com milho e milho em consórcio com braquiária.

A pouca diferença entre as médias dos tratamentos do milho e milho em consórcio com braquiária pode ser esperada devido a fauna edáfica já presente nos tratamentos antes da aplicação de ARS estar em equilíbrio, devido às mesmas condições bióticas e abióticas que está fauna edáfica foi imposta nos últimos anos. Ainda que não se conheçam totalmente os efeitos do monocultivo sobre organismos do solo, o que já se sabe é que a monocultura promove um meio específico para o desenvolvimento de determinadas comunidades, reduzindo, desta forma a diversidade, tendo em vista a pouca disponibilidade de abrigo e a baixa variedade de alimentos, proporcionando a proliferação de organismos que se adaptam melhor a essas condições, desestruturando o equilíbrio da biodiversidade edáfica (BATTIROLA *et al.*, 2007).

O tratamento do milho em consórcio com braquiária pode alterar as condições físicas, biológicas e químicas do solo, fornece ao sistema mais matéria orgânica devido a maior quantidade de palhada decomposta no sistema. Esse aumento na matéria orgânica poderá alterar diversas condições do solo, como temperatura, capacidade de absorção de água, escoamento superficial, manutenção da umidade, complexação de moléculas químicas adicionadas por agroquímicos e aumentar a população de organismos do solo (SEIDEL *et al.*, 2015, p.19).

A alteração no sistema do solo pelo aumento da matéria orgânica vai aumentar a quantidade de alimentos disponível para a comunidade edáfica presente, expandindo a população, predadores, parasitas entre outros, fazendo com que a comunidade edáfica passe por modificações de riqueza e abundância até entrar em um novo equilíbrio de comunidade. Quanto maior for o aumento da biomassa vegetal, maior também será a resposta da fauna, embora esta relação não seja obrigatoriamente linear (ANDRADE, 2000, p.30).

O momento que as armadilhas de solo do tipo pit fall foram colocadas a campo, foram recentes após a semeadura da braquiária na cultura do milho, sendo que o sistema do solo ainda estava passando por alterações nas condições físicas, biológicas e químicas, ocasionando uma nova busca de equilíbrio por parte da fauna do solo, fazendo com que os benefícios e malefícios do consórcio da braquiária no milho ainda não sejam significativos estatisticamente quando comparado com o milho solteiro. Caso seja feita a instalação da armadilha de solo do tipo pit fall na próxima cultura, pode ser haja diferença significativa entre a área onde foi realizado o tratamento com o milho e milho em consórcio com braquiária, levando em

consideração que a braquiária vai proporcionar maior deposição de matéria orgânica no solo e que as alterações físicas do solo são lentas.

O número de insetos coletados na mata menor do que o esperado pode ser resultante da influência da sazonalidade sobre a fauna. A sazonalidade está ligada diretamente com a composição e distribuição da comunidade da fauna do solo, bem como suas características funcionais, que são controladas diretamente por fatores abióticos, como temperatura, luz e umidade, que variam de acordo com as estações do ano e diferentes habitats. A influência da sazonalidade sobre a fauna edáfica pode se dar nos momentos de acasalamento, reprodução, ovoposição e fase jovem dos insetos, que vão estar relacionados com a época de oferta de alimentos alterando temporariamente a estrutura da população (MANHÃES, 2011, p.15).

A menor abundância e riqueza de insetos coletados na mata podem ser resultantes de temperaturas mais amenas na semana que as armadilhas estiveram na mata, sendo que a temperatura é o principal fator que ativa a regulação metabólica nos indivíduos da fauna do solo e, juntamente com a umidade, determina a distribuição espacial destes e os períodos de maior atividade (BARRETA, 2011, p.120).

A riqueza da meso e macrofauna do solo está relacionada com a quantidade de ordens presente na comunidade edáfica, a média da riqueza encontrada em cada fonte de adubação está representada na Figura 5.

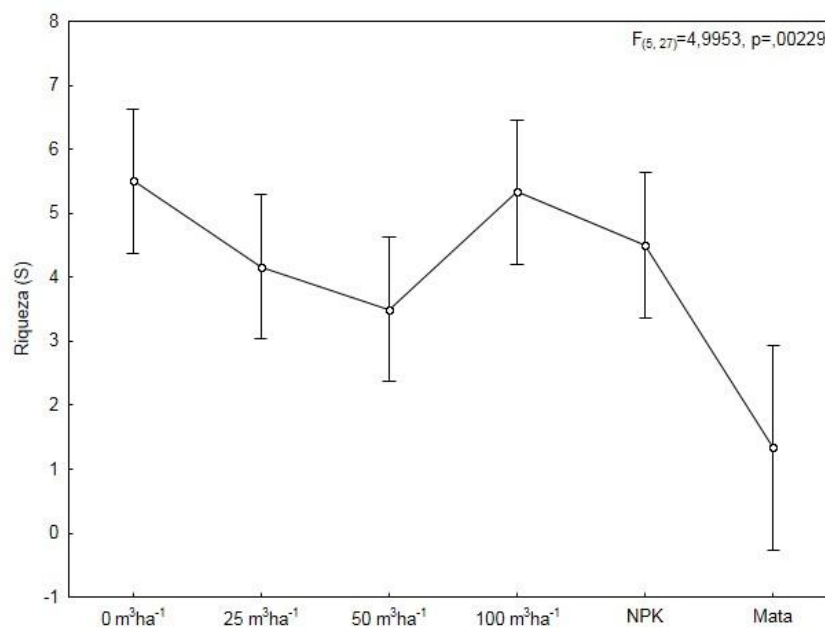


Figura 5. CURVA DE RIQUEZA NAS DIFERENTES DOSES ARS, ADUBO QUÍMICO E MATA.

Houve diferença significativa maior que 5% para o teste de Tukey entre riqueza nos diferentes tratamentos (Tabela 6), sendo que a dose $0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de ARS foi a dose que houve maior riqueza de insetos dentre os tratamentos de ARS e o tratamento da mata o que houve menor riqueza de insetos. A dose de $0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de ARS, constitui o tratamento testemunha onde não houve interferência da ARS e da adubação química na fauna edáfica do solo, dentre as doses de ARS que menos interferiu, depois da dose de testemunha foi a dose de $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

Onde se conclui que em doses de $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de ARS, onde há maior deposição de matéria orgânica no solo que serve de alimento para os insetos, contribui para o aumento do número de ordens na fauna edáfica, (TESSARO, 2013, p.30). A quantidade de ARS depositada no solo é benéfica até doses médias de $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de ARS, sendo que em doses muito elevadas a concentração de metais pesados como zinco, cobre e excessos de matéria orgânica passam a ser prejudiciais à comunidade edáfica (ALVES, 2007).

A dose de $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de ARS foi a que apresentou a maior interferência sobre a fauna edáfica entre as médias dos outros tratamentos, apresentado diferença significativa maior que 5% para o teste de Tukey. Esse resultado mostra, que em pequenas doses a ARS traz mais malefícios do que benefícios a comunidade edáfica. A menor riqueza nas menores doses, pode estar associada a menor disponibilidade de alimentos devido a menores doses de ARS e a menor proteção do solo a fatores como radiação solar e perda de umidade (TESSARO, 2013, p.71).

A adubação com fertilizante químico não causa apenas efeitos deletérios sobre a fauna edáfica, em doses corretas para a cultura, onde não há uma superdosagem causando intoxicação tanto para a cultura como também para a comunidade edáfica. A adubação química consegue suprir todas as necessidades da planta, estimulando um crescimento mais vigoroso, resultando em maior quantidade de matéria orgânica depositada no solo, criando condições favoráveis para o desenvolvimento da comunidade edáfica (TESSARO, 2009, p.9). O tratamento com fertilizante químico apresentou melhores médias para a riqueza de insetos do que os tratamentos com doses de 25 e $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de ARS, mesmo que na dose de $25 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de ARS não houve diferença significativa maior que 5% para o teste de Tukey.

A riqueza de insetos coletados na mata foi menor que a quantidade esperada, o número reduzido pode ser justificado pela sazonalidade das ordens presentes na mata, sendo que o período em que as armadilhas foram instaladas pode ter coincidido

com o período de ovoposição ou fase jovem das ordens presentes em maior abundância. Outro fator que pode ser levado em consideração foi a temperatura mais amena no período que a armadilha esteve em campo, sendo que dentro da reserva da propriedade é criado um microclima que tem temperaturas menores do que as encontradas nas parcelas a campo, quando a temperatura é muito reduzida, a maioria dos insetos fazem a hibernação temporária até o aumento da temperatura (RODRIGUES, 2004, p.1).

Tabela 6. TESTE DE MÉDIAS OBTIDAS PARA OS VALORES DE RIQUEZA NOS DIFERENTES TRATAMENTOS.

Análise estatística de riqueza	
Dose m ³ ha ⁻¹	Médias
0	5,50 a
25	4,16 ab
50	3,50 b
100	5,33 ab
Adubo químico	4,50 ab
CV (%)	24,31

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Figura 6 é apresentado o gráfico dos valores médios de abundância de ordens capturadas nas armadilhas de solo, nos tratamentos com diferentes doses de ARS, adubo químico e na mata.

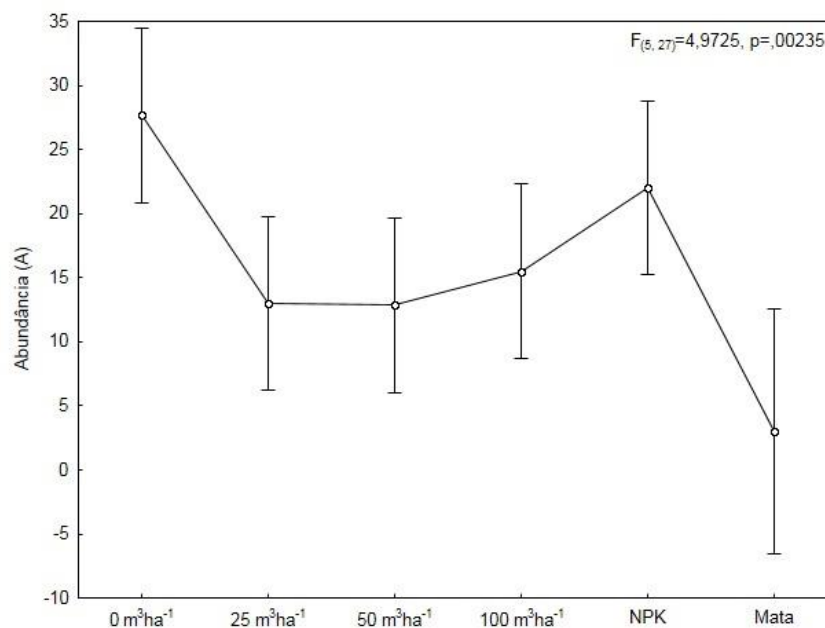


Figura 6. CURVA DA ABUNDÂNCIA NAS DIFERENTES DOSES ARS, ADUBO QUÍMICO E MATA.

Não houve diferença significativa para abundância maior que 5% para o teste de Tukey entre os tratamentos com diferentes doses de ARS e adubo químico (Tabela 7).

Tabela 7. TESTE DE MÉDIAS OBTIDAS PARA OS VALORES DE ABUNDÂNCIA NOS DIFERENTES TRATAMENTOS.

Análise estatística de abundância	
Dose m ³ ha ⁻¹	Médias
0	27,66 a
25	13 a
50	12,8 a
100	15,5 a
Adubo químico	22 a
CV (%)	50,63

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

E possível observar que a maior abundância de ordens de insetos foi coletada nas armadilhas dos tratamentos com dose de 0 m³ ha⁻¹ de ARS e com fertilizante químico, sendo que as doses com 25, 50 e 100 m³ ha⁻¹ de ARS interferiram de alguma forma no maior número de exemplares de uma mesma ordem coletadas nos diferentes tratamentos. Dentre os tratamentos que receberam doses de ARS acima de 0 m³ ha⁻¹, o tratamento 100 m³ ha⁻¹ foi o que apresentou maior abundância de um determinado grupo.

Esses resultados confirmam que os tratamentos com doses mais altas de ARS, favorecem a uma distribuição mais equilibrada do número de organismos pertencentes à mesma ordem, contribuindo para fornecer condições ideais para que todas as ordens pertencentes à comunidade edáfica tenham as mesmas condições ideais de desenvolvimento, ressaltando que uma comunidade edáfica mais homogênea não resulta em maior riqueza e abundância (TESSARO, 2009, p.71).

Resultado semelhante é descrito por Tessaro (2013), sendo a dose de 100 m³ ha⁻¹ de ARS a que mais favoreceu a abundância da fauna edáfica, sendo que em doses superiores houve declínio da população de organismos edáficos. Alves *et al.*, (2008) reforçam tais resultados, obtendo médias similares de abundância para o tratamento na dose de 100 m³ ha⁻¹ de ARS e o tratamento químico, sendo que a maior abundância ocorreu no tratamento de na dose de 50 m³ ha⁻¹ de ARS.

5 CONCLUSÃO

Com os resultados pode-se concluir que:

- A ARS na dose de $0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ apresentou menor interferência para o desenvolvimento da comunidade edáfica, seguida pelas doses de $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ e a adubação química.
- As diferentes doses de água residuária de suinocultura apresentaram diferente grau de interferência na meso e macrofauna do solo.
- As doses de 25 e $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de ARS apresentaram as piores médias para abundância e riqueza, mostrando serem as doses que mais afetaram no comportamento da meso e macrofauna do solo.
- A abundância de insetos na dose de $0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ foi a que apresentou menor interferência sobre a comunidade edáfica, seguida pela adubação química e pela dose de $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de ARS.
- O número de insetos coletados na mata foi menor que o esperado.
- Nos tratamentos de milho solteiro e milho em consórcio com braquiária houve pouca diferença em termos de Riqueza e Abundância, sendo a mata com menor grau nos dois parâmetros.

REFERÊNCIAS

ALVES, M.V. **Fauna do solo influenciada pelo uso de fertilizantes minerais e dejetos suínos na sucessão aveia milho, sob semeadura direta**. Tese (Mestrado em Ciência do Solo), Universidade do Estado de Santa Catarina- UDESC, Lages-SC, 2007.

ALVES, M.V.; SANTOS, J.C.P.; GOIS, D.T DE; ALBERTON, J.V.; BARETTA, D. Macrofauna do solo influenciada pelo uso de fertilizantes químicos e dejetos de suínos no oeste do estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v 34, p.589-598, 2008.

ANDRADE, L.B de. **O uso da fauna edáfica como bio-indicadora de modificações ambientais em áreas degradadas**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-Rj.2000.

ANDRÉA, M.M. O uso de minhocas como bioindicadores de contaminação de solos. **Acta Zoológica Mexicana**, v.2, p.97-107, 2010.

ANUALPEC 2002. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2002.

BARETTA, D.; BRESCOVIT, A.D.; KNYSAK, I. & CARDOSO, E.J.B.N. Trap and soil monolith sampled edaphic spiders (arachnida: araneae) in *Araucaria angustifolia* forest. **Scientia Agricola**,v 64, p.375-383, 2007b.

BARETTA, D.; BROWN, G.G. & CARDOSO, E.J.B.N. Potencial da macrofauna e outras variáveis edáficas como indicadores de qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifolia*. **Acta Zoológica Mexicana**, v.2, p.135-150, 2010.

BARETTA, D.; SANTOS, J.C.P.; SEGAT, J.C.; GEREMIA, L.V.; FILHO, L.C.L.O.; ALVES, M.V. fauna edáfica e qualidade do solo. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. V 7, p.:119-170, 2011.

BARROS, F.M.; MARTINEZ, M.A.; NEVES, J.C.L.; MATOS, A.T. DE; SILVA, D.D. DA. Características químicas do solo influenciadas Características químicas do solo influenciadas pela adição de água residuária da suinocultura. **Revista Brasileira de**

Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina grande, PB, v.9, (Suplemento), p.47-51, 2005.

BARROS, R.S.M. **Medidas de diversidade biológica.** Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais – PGECOL, Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, Juiz de Fora – MG, 2007.

BATTIROLA, L.D.; ADIS, J.; MARQUES, M.I. & SILVA, F.H.O. Composição da comunidade de artrópodes associada à copa de *Attalea phalerata* Mart. (Arecaceae), durante o período de cheia no Pantanal de Poconé. **Neotropical Entomology.** Mato Grosso, v.36, p. 640-651, 2007.

BRASIL. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.** Banco de dados. Disponível em: <<http://bancodedados.cptec.inpe.br>>. Acesso em: 28 nov. 2015.

BROWN JR., K.S.; FREITAS, A.V.L. Atlantic Forest butterflies: indicators for landscape conservation. **Biotropica**, Washington, v.32, p.934-956, 2000.

CARNEIRO, L.J.; DIETER, J.; SAMPAIO, S.C.; JUNIOR, N.S.; KOELLN, F.T.S. Balanço de sais provenientes da aplicação de água residuária de suinocultura em quatro ciclos de cultura. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente.** Maringá, PR, v.4, n.3, p. 481-499, 2011.

CAVIGLIONE, J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H.; OLIVEIRA, G. Cartas climáticas do Paraná. **IAPAR**, Londrina, 2000. CD.

CORREIA, M.E.F.; ANDRADE, A.G. **Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes.** In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 1. Porto Alegre, Genesis, 1999. p.197-225.

CORREIA, M.E.F. OLIVEIRA, L.C.M. Importância da fauna de solo para a ciclagem de nutrientes. In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L.(Eds.) **Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável.** Embrapa Agrobiologia. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.p.77-99.

EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solo, **Embrapa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, v. 2, 212 p. 1997.

FERNANDES, M.M.; VELOSO, M.M.C.; SILVA, M.D.; FERNANDES, M.R.DE M.; LIMA, N.N.C. Fauna edáfica de área degradada revegetada com pinhão manso em monocultivo e consórcio com *Andropogon gayanos* L. **Revista Energia na Agricultura**. Botucatu, SP, v. 30, n.1, p.47-52, 2015.

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

GERVÁSIO, E.W. Suinocultura – Análise Da Conjuntura Agropecuária. **Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento – SEAB**. Departamento de Economia Rural. Paraná, p.6, 2013.

GERVÁSIO, E.W. Suinocultura – Análise Da Conjuntura. **Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento – SEAB**. Departamento de Economia Rural. Paraná, p.7, 2014.

GIRACCA, E.M.N.; ANTONIOLLI, Z.I.; ELTZ, F.L.F.; BENEDETTI, E.; LASTA, E.; VENTURINI, Saulo, F.; VENTURINI, E.F.; BENEDETTI, T. Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia do Arroio lino, Agudo/RS. **Revista brasileira Agrocência**. V. 9, n. 3, p. 257-261, 2003.

GOMES FILHO, R.R.; MATOS, A.T.; SILVA, D.D.; MARTINEZ, H.E.P. Remoção de carga orgânica e produtividade da aveia forrageira em cultivo hidropônico com águas residuárias da suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.1, p. 131-134,2001.

HACK, E. C.; SATURNINO, P. M. F. da C.; MEINERZ, C. C.; NACKE, H.; ASSI, L.; GONÇALVES JR, A. C. Geração de resíduos provenientes da suinocultura na região Oeste do Paraná: um caso de insustentabilidade. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 10, n. 2, p 21-36,2011.

KNOEPP, J.D.; COLEMAN, D.C.; CROSSLEY Jr.; D.A. & CLARK, J.S. Biological indices of soil quality: Ecosystem case study of their use. **Forest Ecology Management**, v.138, p.357-368, 2000.

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.

MAGGI, C.F.; FREITAS, P.S.L.de; SAMPAIO, S.C. DIETER, J. Lixiviação de nutrientes em solo cultivado com aplicação de água residuária de suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, v.15, n.2, p.170–177, 2011.

MANHÃES, C.M.C. **Caracterização da fauna edáfica de diferentes coberturas vegetais no norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual Do Norte Fluminense Darcy Ribeiro-UENF, Campo Dos Goytacazes-Rj. 2011.

MATOS, A.T.; SEDIYAMA, M.A.N.; FREITAS, S.P.; VIDIGAL, S.M.; GARCIA, N.C.P. Características químicas e microbiológicas do solo influenciadas pela aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Revista Ceres**, Viçosa, v.44, n.254, p.399-410, 1997.

MATOS, A.T.; SEDIYAMA, M.A.N.; FREITAS, S.P.; VIDIGAL, S.M.; GARCIA, N.C.P. Características químicas e microbiológicas do solo influenciadas pela aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Revista Ceres**, Viçosa, v.44, n.254, p.399-410, 1997.

MELO, F.V.; BROWN, G.G.; CONSTANTINO, R.; LOUZADA, J.N.C.; LUIZÃO, F.J.; MORAIS, J.W. & ZANETTI, R. A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadora. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.38-40, 2009.

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

PAOLETTI, M.G.; BRESSAN, M. Soil invertebrates as bioindicators of human disturbance. **Critical Reviews in Plant Sciences**, London, v.15, n.1, p.21-62, 1996.
PRIMAVESI, A. **Manejo Ecológico do solo: A agricultura em regiões tropicais**. Barueri-SP: Editora Nobel, 1975. P.549.

RODRIGUES, W.C. Fatores que influenciam no desenvolvimento dos insetos. **Informativo dos Entomologistas do Brasil**, n.4, p.1-4, 2004.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.V.; LUMBRERAS, J.F.; RIZZATO, C.M.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.; FERREIRA, J.; OLIVEIRA, J.B.; **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Solos, 2013.

SEIDEL, E.P.; MATTIA, V.; MATTEI, E.; CORBARI, F. Produção de matéria seca e propriedades físicas do solo na consorciação milho e braquiária. **Revista Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 14, n. 1, p. 18-24, 2015.

SILVA, F de A.S; AZEVEDO, C.A.V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.1, p.71-78, 2002.

SILVA, R.A.da; CARVALHO, G.S. Ocorrência de insetos na cultura do milho em sistema de plantio direto, coletados com armadilhas-de-solo. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.2, p.199-203,2000.

TESSARO, D.**Doses de água residuária da suinocultura nas culturas de milho, aveia e soja e suas influências sobre a meso e macrofauna**. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual do Oeste do Paraná- UNIOESTE, Cascavel-PR. 2013.

TESSARO, D.**Efeito da aplicação de efluentes de tratamento secundário de água residuária de suinocultura na meso e macrofauna do solo cultivado com minimilho**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual do Oeste do Paraná- UNIOESTE, Cascavel-PR.2009.

TREVISAN, A.P.; FREITAS, P.S.L.; REZENDE, R. SILVANO, C.; JUNIOR, C.A.F. Atributos químicos do solo e qualidade do percolado com aplicação de água residuária de suinocultura. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer. Goiânia, - GO, v.9, p. 2686, 2013.

WINK, C.; GUEDES, J.V.C.; FAGUNDES, C.K.; ROVEDDER, A.P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.4, p.60-71, 2005.