

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM CONSERVAÇÃO E
MANEJO DE RECURSOS NATURAIS – NÍVEL MESTRADO

ANA PAULA ALMEIDA CASTALDELLI

MESO E MACROFAUNA DE SOLO CULTIVADO COM MILHO E IRRIGADO COM
ÁGUA RESIDUÁRIA DA SUINOCULTURA

CASCAVEL-PR

Agosto/2013

ANA PAULA ALMEIDA CASTALDELLI

MESO E MACROFAUNA DE SOLO CULTIVADO COM MILHO E IRRIGADO COM
ÁGUA RESIDUÁRIA DA SUINOCULTURA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Conservação e Manejo de Recursos Naturais – Nível Mestrado, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Conservação e Manejo de Recursos Naturais

Área de Concentração: Conservação e Manejo de Recursos Naturais

Orientador: Silvio César Sampaio

Co-orientador: Luis Francisco Angeli Alves

CASCAVEL-PR

Agosto/2013

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Ficha catalográfica elaborada por Jeanine da Silva Barros CRB-9/1362

C34m Castaldelli, Ana Paula Almeida
Meso e macrofauna de solo cultivado com milho e irrigado com água
residuária da suinocultura. / Ana Paula Almeida Castaldelli — Cascavel,
PR: UNIOESTE, 2013.
34 p.

Orientador: Prof. Dr. Silvio César Sampaio
Co-orientador: Prof. Dr. Luis Francisco Angeli Alves
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do
Paraná.
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Conservação e
Manejo de Recursos Naturais, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde.
Bibliografia.

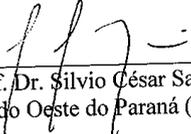
1. Fauna edáfica. 2. Reuso de efluente. 3. Dejeito líquido suíno. 4.
Água residuária da suinocultura. I. Universidade Estadual do Oeste do
Paraná. II. Título.

CDD 21.ed. 631.86

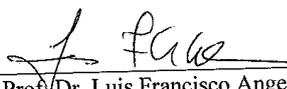
ANA PAULA ALMEIDA CASTALDELLI

“Meso e Macrofauna de Solo Irrigado com Águas Residuárias da Suinocultura Bruta e Proveniente de Biodigestor em Duas Safras de Milho”.

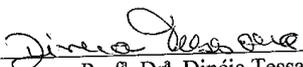
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação stricto sensu em Conservação e Manejo de Recursos Naturais-Nível de Mestrado, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, pela comissão Examinadora composta pelos membros:



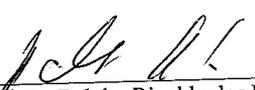
Prof. Dr. Silvio César Sampaio.
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente/Orientadora)



Prof. Dr. Luis Francisco Angeli Alves
Universidade Estadual do Oeste do Paraná



Prof. Dr. Dinéia Tessaro
Universidade Tecnológica Federal do Paraná



Prof. Dr. Ralphe Rinaldo dos Reis
Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Aprovada em 19 de agosto de 2013.

Local da defesa: Unioeste, Prédio de Salas de Aula, sala 56, Cascavel-PR.

Dedico esse trabalho aos meus pais Sérgio e Fátima
e meu irmão Serginho.

AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós-graduação *stricto sensu* em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, e a todos os professores pelos ensinamentos e oportunidade para realização do mestrado.

Ao professor Silvio C. Sampaio pela orientação, oportunidade, confiança em meu trabalho e conselhos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela bolsa de estudos.

Ao programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola – PGEAGRI pela disponibilização de infraestrutura para a realização dos experimentos.

Aos professores do laboratório de Zoologia pela disponibilização do mesmo para identificação das amostras.

Ao professor Gilberto J. de Moraes do laboratório de Acarologia, Depto. de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ pelo ensino na identificação dos ácaros.

Ao professor Pitágoras Piana pela ajuda valiosa com as análises estatísticas.

À Dinéia Tessaro pela orientação, correções, dedicação e ajuda desde a idéia do tema da dissertação até a finalização dos artigos.

À todos os colegas que ajudaram na realização do experimento, Marlu, Nathi, Pri, Márcio, Dani, Mauren, Lisa, Adri, Gustavo, Denise e Marcelo em pequena ou grande colaboração, sem vocês não seria possível a realização desse trabalho.

Ao meu chefe Celso Brasil por me apoiar na etapa final do mestrado me liberando para tirar dúvidas com os professores e para a apresentação dos artigos.

Aos meus pais e meu irmão pelo apoio, incentivo, carinho, paciência e conselhos e que ajudaram até na instalação das armadilhas na chácara.

Ao meu namorado, Pedro H. F. Z. A. Maciel, por estar sempre ao meu lado me ajudando, puxando minha orelha quando necessário, me incentivando e por todo carinho e amor.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
Abstract.....	10
INTRODUÇÃO.....	10
MATERIAL E MÉTODOS.....	13
RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
CONCLUSÃO.....	24
REFERÊNCIAS	24
ANEXOS	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dados de precipitação total e médias de umidade e de temperatura do ar nas coletas da meso e macrofauna edáfica nas safras de milho de 2011 e 2012. **Total precipitation data and the average humidity and air temperature in the samples of the edaphic meso and macrofauna in maize harvests of 2011 and 2012. 15**

Figura 2 - Ordenação das unidades experimentais obtida dos cultivos de milho nos anos de 2011 e 2012, em função da meso e macrofauna do solo definida pela Análise de Correlação Canônica, usando combinações lineares das variáveis físicas e químicas do solo (tamanho da seta é proporcional ao efeito da variável) (Figura 2A). Ordenação da meso e macrofauna definida pela Análise de Correlação Canônica (Figura 2B). **Ordination of experimental units obtained from maize crops in the years 2011 and 2012, according to edaphic meso and macrofauna defined by Canonical Correlation Analysis, using linear combinations of soil physical and chemical variables (size of the arrow is proportional to the effect of variable) (Figure 2A). Ordination of meso and macrofauna defined by Canonical Correlation Analysis (Figure 2B)..... 18**

Figura 3 - Comparações das abundâncias relativas das ordens obtidas nas safras de milho de 2011 e 2012. **Comparisons of the relative abundances of the orders obtained in maize harvests of 2011 and 2012. 19**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização da água residuária da suinocultura. **Characterization of swine wastewater.**..... 13

Tabela 2 Per-MANOVA bifatorial para ano e água residuária da suinocultura realizada com 4999 permutações sobre a meso e macrofauna do solo obtida dos cultivos de milho nas safras de 2011 e 2012. **Bifatorial Per-MANOVA for year and swine wastewater held with 4999 permutations on the meso and macrofauna of soil obtained from maize crops in harvests of 2011 and 2012.** 17

Tabela 3 Per-MANOVA bifatorial para adubação mineral e água residuária da suinocultura realizada com 4999 permutações sobre a meso e macrofauna do solo obtida do cultivo de milho no ano de 2011. **Bifatorial Per-MANOVA for mineral fertilization and swine wastewater held with 4999 permutations on the edaphic meso and macrofauna obtained from the maize crops in the year 2011.** 23

Tabela 4 Per-MANOVA bifatorial para adubação mineral e água residuária da suinocultura realizada com 4999 permutações sobre a meso e macrofauna do solo obtida do cultivo de milho no ano de 2012. **Bifatorial Per-MANOVA for mineral fertilization and swine wastewater held with 4999 permutations on the edaphic meso and macrofauna obtained from the maize crops in the year 2012.** 23

1 MESO E MACROFAUNA DE SOLO CULTIVADO COM MILHO E IRRIGADO COM ÁGUA
2 RESIDUÁRIA DA SUINOCULTURA

3
4 **Resumo:** A utilização da fauna edáfica como bioindicadora de alterações antrópicas e ambientais
5 vem crescendo nos últimos anos. No entanto, ainda são poucos os estudos à longo prazo que
6 relacionam esses organismos com aplicação de resíduos orgânicos no solo. O objetivo desse
7 trabalho foi avaliar, em dois ciclos da cultura do milho, os efeitos da aplicação de diferentes doses e
8 tipos de águas residuárias da suinocultura (ARS) combinadas ou não com adubação mineral sobre a
9 meso e macrofauna de solo. Quatro doses (0, 100, 200, 300 m³ ha⁻¹) de ARS, tratada em biodigestor
10 no primeiro ano de estudo e bruta no segundo ano, associadas ou não com adubação mineral foram
11 aplicadas em dois ciclos da cultura de milho totalizando 24 parcelas experimentais, sendo 12 com
12 utilização de adubação mineral. Armadilhas de queda foram instaladas em cada uma das parcelas
13 para amostrar a fauna edáfica, sendo os resultados encontrados avaliados por técnicas de estatística
14 multivariada (NMS e Per-MANOVA). A adição de ARS tanto bruta quanto tratada em biodigestor e
15 de adubação mineral não influenciou a fauna de solo. Os parâmetros químicos do solo
16 diferenciaram a meso e macrofauna edáfica somente entre os anos.
17

18 **Palavras-chave:** fauna edáfica, reúso de efluente, dejetos líquido suíno

19 MESO AND MACROFAUNA OF SOIL CULTIVATED WITH MAIZE AND IRRIGATED
20 WITH SWINE WASTEWATER

21 **Abstract** The use of soil fauna as anthropogenic and environmental changes tillage systems has
22 been growing in recent years. However, still there are few long-term studies that relate these
23 organisms with application of organic residues in the soil. This study aimed to evaluate, in two
24 cycles of culture of maize, the effects of the application of different doses and types of swine
25 wastewater (ARS) combined or not with mineral fertilization on the edaphic meso and macrofauna.
26 Four doses (0, 100, 200, 300 m³ ha⁻¹) of ARS, treated in anaerobic digester in the first year of study
27 and raw waste in the second year, associated or not with mineral fertilization were applied in two
28 cycles of culture of maize totaling 24 experimental plots, being 12 using mineral fertilizer. Pit-fall
29 traps were installed in each of the plots to be sampled soil fauna and the results were evaluated by
30 multivariate statistical techniques (NMS and Per-MANOVA). The application of ARS both raw
31 waste as treated in anaerobic digester and mineral fertilization did not influence soil fauna.
32 Chemical soil parameters differed the edaphic meso and macrofauna only between the years.
33

34 **Key-words:** edaphic fauna, reuse of wastewater, swine waste
35

36 **INTRODUÇÃO**
37

38 A fauna de solo tem sido utilizada como bioindicadora de alterações naturais e antrópicas
39 (PRIMAVESI, 1990) por abranger organismos sensíveis capazes de responder positiva ou

40 negativamente à essas alterações. Esses organismos fazem parte de grupos como Coleoptera,
41 Collembola, Araneae, Hymenoptera, Acari, Diptera, Diplopoda, dentre outros, os quais atuam na
42 decomposição da matéria orgânica e na ciclagem de nutrientes. Podem ser influenciados pela
43 temperatura, umidade, quantidade de matéria orgânica, além de fatores físicos e químicos do solo
44 (KAUTZ, 2006; IRMLER, 2006; CAO, 2011).

45 Dentro deste contexto, alguns autores estudam a interação desses organismos com a
46 aplicação de dejetos orgânicos no solo o qual serve para tratar o efluente e ser fonte de nutrientes e
47 água para as plantas, diminuindo o uso de água potável e outros recursos naturais. Porém em doses
48 elevadas pode levar ao entupimento dos macroporos do solo devido ao acúmulo de resíduos,
49 diminuindo a troca de gases e comprometendo sua qualidade química, física e biológica (KUNZ,
50 2005; SEGANFREDO, 2005).

51 Visando diminuir os impactos das águas residuárias, em especial a de suinocultura (ARS),
52 sobre o meio ambiente, existem trabalhos que buscam alternativas, além da aplicação no solo como
53 fertilizantes orgânicos (SAMPAIO et al., 2010; MAGGI et al., 2011; MENEGHETTI et al., 2012),
54 como a produção de biogás (DENG et al., 2009) e compostagem (MEES et al., 2009).

55 Independente da técnica de destinação das ARS, deve-se levar em conta as altas
56 concentrações de nitrogênio, fósforo, sódio, cálcio, magnésio, cobre, zinco, matéria orgânica
57 (KUNZ, 2005), antibióticos veterinários (BEN et al., 2008) e patógenos (VENGLOWSKY et al.,
58 2009; COSMANN et al., 2012), pois em excesso podem causar danos às plantas ou, ainda, poluir os
59 corpos hídricos devido ao escoamento superficial e/ou lixiviação (KUNZ, 2005; SEGANFREDO,
60 2005).

61 Apesar de existirem estudos importantes que relacionam o reúso de dejetos orgânicos com o
62 comportamento da fauna edáfica como os desenvolvidos por Domek-Chruscicka e Seniczak (2005),
63 Cutz-Pool et al. (2007), Alves et al. (2008), Gondim et al. (2010), Andrés et al. (2011), Cao et al.
64 (2011), Tessaro et al. (2011) e Tessaro (2012), ainda são poucos os trabalhos em longo prazo.

65 Sendo assim, Gondim et al. (2010) verificaram as diferenças entre os grupos da macrofauna
66 edáfica em solo cultivado com maracujazeiro amarelo com adição de biofertilizante bovino e
67 encontraram que com irrigação de água salina e na dose de 30mg.L^{-1} na seca, ocasionou maior
68 quantidade de organismos no período chuvoso. Por sua vez, Cao et al. (2011) estudaram a
69 influência de três tratamentos: fertilizante orgânico formado por palha, esterco de galinha, farelo e
70 restos de algodão; fertilizante químico e sem fertilizante sobre a comunidade de ácaros em uma área
71 com rotação de milho e trigo no norte da China e verificaram que não se pode concluir de fato que a
72 aplicação de fertilizantes orgânicos tenha efeito benéfico sobre os ácaros.

73 Em relação ao uso de dejetos de suínos, Domek-Chruscicka e Seniczak (2005) avaliaram o
74 efeito de diferentes doses desse dejetos sobre a densidade de alguns grupos da mesofauna edáfica
75 como ácaros e colêmbolas em pastagens e observaram que a aplicação de baixas e médias doses de
76 dejetos de suíno eleva a densidade de ácaros. No entanto, em altas doses, ocorre o decréscimo desse
77 grupo enquanto os colêmbolas respondem positivamente às doses. O mesmo foi estudado por Alves
78 et al. (2008), porém em solos cultivados com milho e aveia em Santa Catarina, encontrando maior
79 diversidade de organismos no tratamento com adubação organomineral, além de sugerirem que a
80 abundância e diversidade desses organismos são influenciadas pelo tipo de cobertura do solo.

81 Tessaro et al. (2011) e Tessaro (2012) também aplicaram diferentes doses de dejetos de
82 suínos no solo e verificaram o efeito deste sobre a fauna edáfica. Tessaro et al. (2011) observaram
83 que o número de organismos da ordem Collembola aumentou com aplicação de água residuária de
84 suinocultura acima de $200\text{ m}^3\text{ha}^{-1}$. Já Tessaro (2012), observou que o uso de doses acima de 100
85 m^3ha^{-1} no solo teve efeito negativo sobre a fauna edáfica, porém o uso dessa dose promove maior
86 similaridade nas abundâncias dos organismos com as amostras na área de mata.

87 Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar, em dois ciclos da cultura do milho, os
88 efeitos da aplicação de diferentes doses e tipos de águas residuárias da suinocultura combinadas ou
89 não com adubação mineral sobre a meso e macrofauna edáfica.

90

91 MATERIAL E MÉTODOS

92

93 O experimento foi realizado no Núcleo Experimental de Engenharia Agrícola – NEEA, da
94 Universidade Estadual do Oeste do Paraná - *Campus* de Cascavel – PR (24°54’S e 53°32’O),
95 altitude 760 metros, durante os meses de março a julho de 2011 e março a junho de 2012, em dois
96 ciclos da cultura de milho. A temperatura média e umidade relativa do ar da região são de 20°C e
97 75%, respectivamente. O clima, de acordo com a classificação de Köeppen, é do tipo subtropical,
98 com verões quentes, geadas pouco frequentes, tendência de concentração das chuvas nos meses de
99 verão, sem estação seca definida e com precipitação média anual de 1800 mm (IAPAR, 2000).

100 Foram utilizadas duas águas residuárias da suinocultura (ARS), tratada em biodigestor no
101 primeiro ano e bruta no segundo ano de experimento, coletadas em uma propriedade rural que
102 possui um biosistema integrado no tratamento de dejetos de suínos no distrito de Três Bocas,
103 município de Toledo, PR. Uma amostra de cada ARS (Tabela 1) foi coletada para sua
104 caracterização físico-química antes da aplicação ao solo.

105

106 **Tabela 1** - Caracterização da água residuária da suinocultura. **Characterization of swine**
107 **wastewater.**

PARÂMETROS (mg L ⁻¹)	2011	2012
	Biodigestor	Bruta
Carbono orgânico total ¹	441,1	530
Nitrogênio total ²	202,06	105
Fósforo ³	13,87	34,22
Potássio ⁴	19,64	171,6
Cálcio ⁴	57,16	99
Magnésio ⁴	69,93	64,2
Sódio ⁴	35,4	68
Cobre ⁴	1,8	0,5
Manganês ⁴	2,83	1,9
Zinco ⁴	11,3	6,32
Ferro ⁴	19,64	9,2
Sólidos Totais ⁵	2359,1	3500
Sólidos Fixos ⁵	837,5	1400
Sólidos Voláteis ⁵	1521,6	2100

108 Nota: ¹TOC; ²Micro-Kjeldahl (BREMNER, 1965); ³Espectrofotômetro visível; ⁴Espectrofotômetro
109 de absorção atômica; ⁵Método Gravimétrico (ABNT/NBR 10664, 1989).

110
111 As doses utilizadas no experimento foram 0, 100, 200 e 300 m³ ha⁻¹, em cada ciclo da
112 cultura do milho associadas ou não com adubação mineral totalizando oito tratamentos com três
113 repetições cada. Esses tratamentos vêm sendo mantidos desde 2006 para obter um histórico e seus
114 respectivos efeitos.

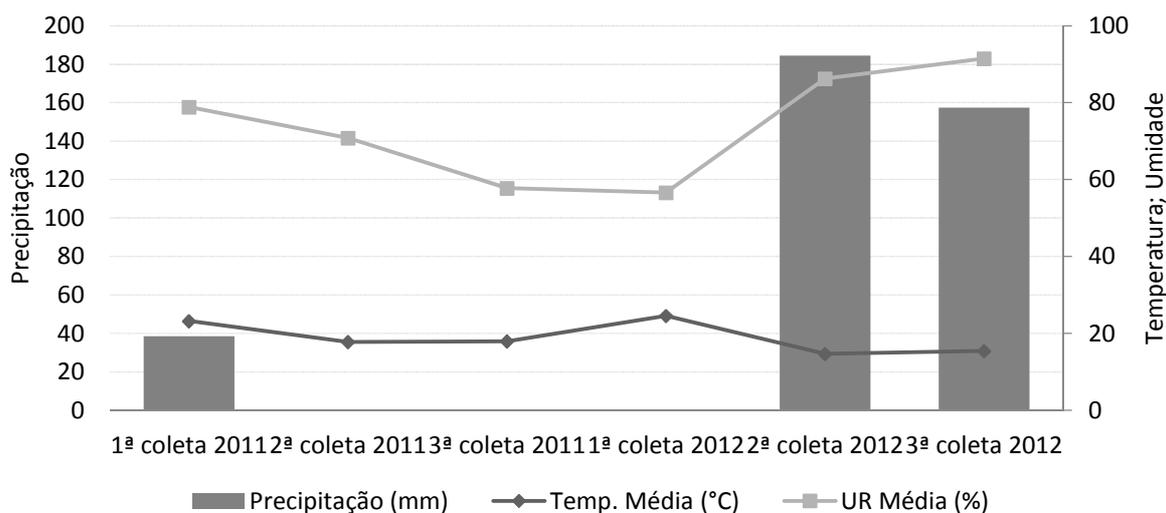
115 Antes da aplicação das ARS, foi coletada uma amostra de solo de cada parcela, as quais
116 apresentavam área útil de 1,6m², espaçada de 0,4 e 0,5m uma da outra sem vegetação nesse
117 intervalo, para sua caracterização físico-química. As ARS foram aplicadas com auxílio de regador
118 em toda a área das parcelas e a semeadura do milho foi realizada após 2 dias da aplicação de acordo
119 com a época indicada para o cultivo, de forma manual, em plantio direto, totalizando 7 plantas por
120 parcela. Neste momento, foi realizada a adubação mineral em dois níveis: 0 e 100% do
121 recomendado para a cultura de milho, utilizando 600 Kg.ha⁻¹ da formulação 5-20-20, fornecendo 30
122 Kg.ha⁻¹ de N, 60 Kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 Kg.ha⁻¹ de K₂O.

123 Para coleta da fauna edáfica foi instalada em cada parcela uma armadilha de queda (*Pitfall-*
124 *traps*), composta por potes plásticos com 10 cm de altura e 10 cm de diâmetro. Dentro de cada
125 parcela, o solo foi escavado para encaixar o frasco, o qual ficava enterrado com a borda ao nível do
126 solo. Depois de instaladas as armadilhas, foram preenchidas até a metade com formol 4%, para
127 matar e conservar os animais capturados. Cobrindo as armadilhas, foram instaladas estruturas
128 compostas por pratos plásticos e palitos de madeira para impedir a entrada de água da chuva e evitar
129 que a solução conservante diluísse ou transbordasse. Na instalação das armadilhas tomou-se o
130 cuidado de evitar que folhas e gravetos atravessassem por cima da armadilha que poderia impedir a
131 captura dos animais (AQUINO et al., 2006).

132 As armadilhas foram instaladas nos dias: 21 de março, 19 de maio e 07 de julho em 2011 e
133 07 de março, 23 de abril e 15 de junho em 2012, totalizando, então, três coletas em cada ciclo da
134 cultura de milho sendo que em cada uma, as armadilhas ficaram ativas por 7 dias. Após este
135 período, as armadilhas foram retiradas do campo, transportadas para o laboratório, seu conteúdo

136 vertido em peneira de malha fina (155 *mesh*) e lavado em água corrente, para a retirada total da
137 solução conservante. Os organismos foram acondicionados em recipientes contendo álcool 70%
138 para manterem-se conservados, sendo posteriormente identificados com auxílio de lupa binocular e
139 chaves dicotômicas de classificação ao nível de ordem (GALLO et al, 2002; AQUINO et al., 2006).

140 A Figura 1 mostra os dados climáticos de temperatura, umidade e precipitação dos períodos
141 de coletas fornecidos pelo órgão meteorológico regional.



142 **Figura 1** - Dados de precipitação total e médias de umidade e de temperatura do ar nas coletas da
143 meso e macrofauna edáfica nas safras de milho de 2011 e 2012. **Total precipitation data and the**
144 **average humidity and air temperature in the samples of the edaphic meso and macrofauna in**
145 **maize harvests of 2011 and 2012.**
146
147

148 Para análise dos dados foram utilizadas técnicas de estatística multivariada. Inicialmente
149 realizou-se a técnica de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMS; KRUSKAL, 1964;
150 MATHER, 1976) para ordenar os dados e diminuir a variação na estrutura e composição da fauna
151 edáfica. Antes de realizar a ordenação, os dados foram transformados em raiz quadrada e foram
152 excluídos os grupos que representaram menos de 0.2% do total para reduzir as influências de grupos
153 dominantes e raros, respectivamente. Seguindo o procedimento da NMS descrito em McCune e
154 Grace (2002), foi utilizada a medida de distância de Sørensen, a fim de mensurar as similaridades
155 entre as unidades amostrais. Foi utilizado o nível baixo do piloto automático no software Pc-Ord®
156 5.0 (MACCUNE; MEFFORD, 1999), com 10 configurações iniciais e 100 rodagens com dados
157 randomizados. Adotou-se o critério de estabilidade de desvio padrão do *stress* menor ou igual a

158 0,0000001 após 10 iterações consecutivas. Para avaliar a significância da configuração final foi
159 realizado o teste de Monte Carlo com 250 randomizações. Com os gráficos da NMS pode-se
160 verificar se houveram diferenças das unidades experimentais dos tratamentos entre os anos.

161 Após a NMS, foi utilizada a Análise Permutacional de Variância Multivariada (Per-
162 MANOVA; ANDERSON, 2001) para verificar se houve diferenças estatísticas significativas entre
163 os tratamentos e as safras, usando a medida de distância Euclidiana e 4999 randomizações.

164 As duas técnicas anteriores foram empregadas inicialmente sobre os dados totais da fauna
165 edáfica referente aos dois anos de experimentos para avaliar se a estrutura e composição dessa
166 comunidade foram distintas entre os anos. Confirmada tal distinção, foi realizada a análise de
167 correspondência canônica (ACC; TER BRAAK, 1986, 1994) para verificar quais parâmetros físicos
168 e químicos do solo influenciaram na comunidade da meso e macrofauna edáfica. Em caso de
169 estruturação e correlação dos táxons ao ambiente, ambas significativamente superiores às esperadas
170 ao acaso pelo teste de Monte Carlo, com 9998 randomizações ($p < 0,05$), procedeu-se a elaboração
171 da ordenação da ACC e inferiu-se a influência de cada variável física e química do solo através do
172 coeficiente de correlação canônico.

173 Depois de verificar os dados dos dois anos juntos, foram utilizadas as mesmas análises em
174 cada ano em separado. A NMS foi utilizada para sumarizar a comunidade e a Per-MANOVA
175 bifatorial para avaliar os efeitos da ARS e da AD. Já a ACC foi usada para inferir sobre as
176 influências das variáveis físicas e químicas do solo na comunidade.

177

178 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

179

180 Ao longo do experimento foram encontrados 15.423 organismos da meso e macrofauna
181 edáfica sendo 4.758 coletados em 2011 e 10.665 em 2012.

182 A Per-MANOVA bifatorial para ano e água residuária da suinocultura mostrou que houve
183 diferença estatística significativa apenas entre os anos com p-valor de 0.0002 (Tabela 2).

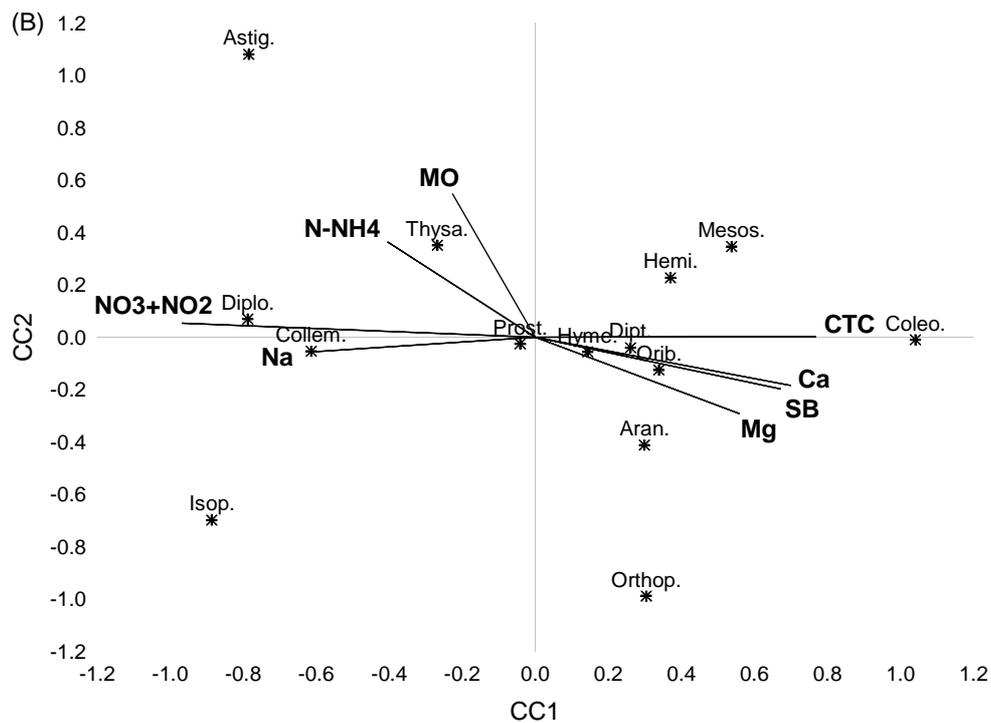
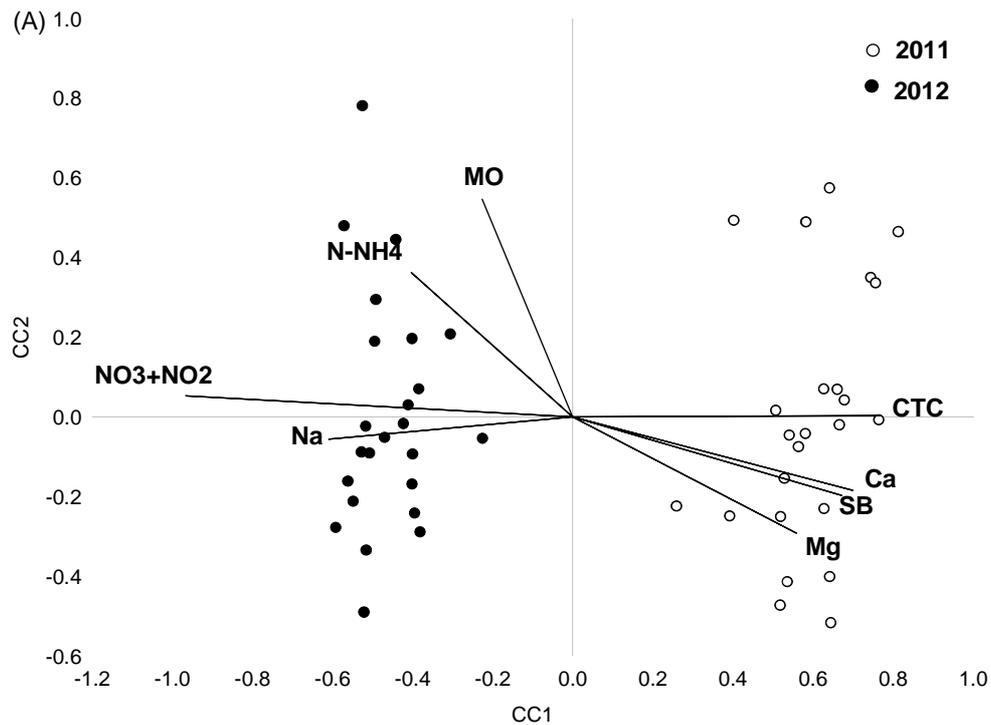
184 **Tabela 2** Per-MANOVA bifatorial para ano e água residuária da suinocultura realizada com 4999
 185 permutações sobre a meso e macrofauna do solo obtida dos cultivos de milho nas safras de 2011 e
 186 2012. **Bifatorial Per-MANOVA for year and swine wastewater held with 4999 permutations**
 187 **on the meso and macrofauna of soil obtained from maize crops in harvests of 2011 and 2012.**

Níveis	g.l.	SQ	QM	F	p *
Ano	1	1578.7	1578.7	95.701	0.0002
ARS	3	51.43	17.143	1.0392	0.3812
Ano x ARS	3	42.895	14.298	0.86676	0.4962
Residual	40	659.85	16.496		

188 ARS - água residuária da suinocultura; g.l. – grau de liberdade; SQ – soma dos quadrados; QM –
 189 quadrado médio; Ano x ARS – interação de Ano e ARS.

190

191 Essa diferença no número de indivíduos entre os anos pode ser explicada, em parte, através
 192 da ACC, a qual mostra quais parâmetros físico-químicos do solo diferenciaram a estrutura da
 193 comunidade (Figura 2A). A capacidade de troca catiônica (CTC), cálcio (Ca), soma de bases (SB) e
 194 magnésio (Mg) influenciaram os organismos encontrados em 2011. Já a matéria orgânica (MO),
 195 amônia (N-NH₄), nitrito + nitrato (NO₃+NO₂) e sódio (Na) tiveram influência sob os organismos
 196 edáficos em 2012, ano em que foi utilizada água residuária bruta a qual possui maior quantidade de
 197 matéria orgânica quando comparada à ARS coletada após o biodigestor (Tabela1).



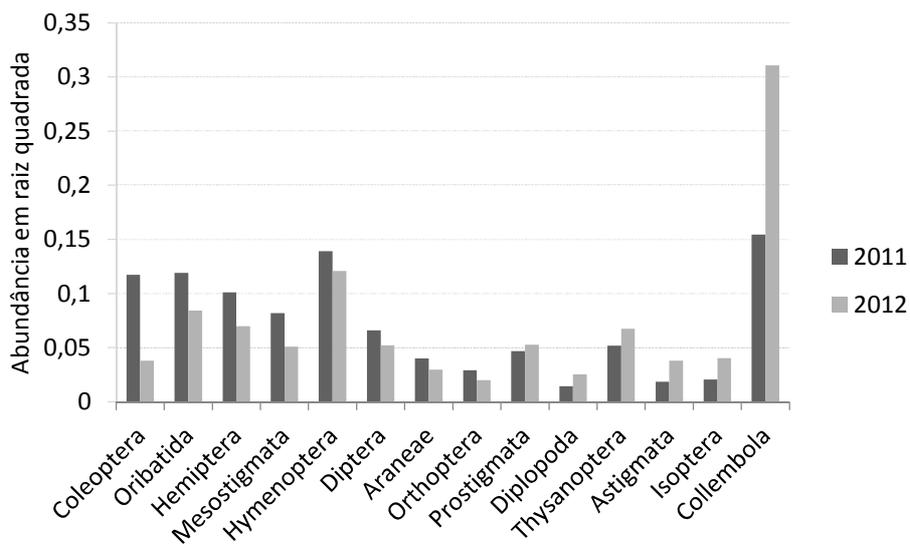
198

199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209

Figura 2 - Ordenação das unidades experimentais obtida dos cultivos de milho nos anos de 2011 e 2012, em função da meso e macrofauna do solo definida pela Análise de Correlação Canônica, usando combinações lineares das variáveis físicas e químicas do solo (tamanho da seta é proporcional ao efeito da variável) (Figura 2A). Ordenação da meso e macrofauna definida pela Análise de Correlação Canônica (Figura 2B). **Ordination of experimental units obtained from maize crops in the years 2011 and 2012, according to edaphic meso and macrofauna defined by Canonical Correlation Analysis, using linear combinations of soil physical and chemical variables (size of the arrow is proportional to the effect of variable) (Figure 2A). Ordination of meso and macrofauna defined by Canonical Correlation Analysis (Figure 2B).**

210 Tessaro (2012) também encontrou em seu trabalho associação de MO, N-NH₄ e NO₃+NO₂
211 com a fauna edáfica, ou seja, o aumento do conjunto desses parâmetros influenciou a fauna.

212 Para os organismos encontrados, Collembola (N₂₀₁₁=1126; N₂₀₁₂=7295), Isoptera (N₂₀₁₁=20;
213 N₂₀₁₂=124) e Astigmata (N₂₀₁₁=16; N₂₀₁₂=111) foram favorecidos em 2012 quando comparados à
214 2011. O oposto foi observado para Coleoptera (N₂₀₁₁=649; N₂₀₁₂=109) e Oribatida (N₂₀₁₁=671;
215 N₂₀₁₂=527) (Figura 3).



216 **Figura 3 -** Comparações das abundâncias relativas das ordens obtidas nas safras de milho de 2011 e
217 **2012. Comparisons of the relative abundances of the orders obtained in maize harvests of**
218 **2011 and 2012.**

220 Correlacionando os parâmetros químicos do solo com as ordens encontradas (Figura 2B),
221 pode-se explicar essa diferença de 2011 para 2012. Para Astigmata, o aumento de MO e N-NH₄ em
222 2012 influenciou de forma positiva o grupo. O mesmo foi observado por Cao et al. (2011), os quais
223 encontraram maior abundância desse grupo no tratamento com maior quantidade de MO quando
224 comparado aos demais tratamentos e os autores descrevem que a fertilização orgânica pode
225 beneficiar o grupo devido à alta quantidade de nutrientes. Behan-Pelletier (1999) destaca ainda que
226 os Astigmatas possuem altas taxas metabólicas, curto tempo de geração e rápida dispersão podendo
227 se restabelecer rápido sob condições favoráveis. Além disso, esse resultado pode estar relacionado à
228 menor abundância de ácaros da ordem Mesostigmata no período, os quais são predadores dos
229 astigmatas (CAO et al., 2011).

231 O oposto pode ser observado para Orthoptera, para o qual a diminuição de MO e N-NH₄
232 aumentou o número de organismos desse grupo.

233 A aplicação de ARS bruta em 2012 pode ter favorecido os Collembola devido ao incremento
234 de matéria orgânica ao solo. A relação positiva desse grupo com a aplicação de ARS no solo é um
235 fator já comprovado na literatura como observado por Alves (2006) e Antonioli et al. (2006).

236 Em relação à ordem Coleoptera, o aumento na CTC, Ca, SB e Mg e a diminuição de
237 NO₃+NO₂, MO, N-NH₄ e Na influenciaram positivamente o grupo. Alves et al. (2006) e Lourente et
238 al. (2007) também encontraram correlação desse grupo com o cálcio presente no solo. Alves (2008)
239 e Tessaro (2012) relataram que o aumento de dejetos no solo favorece a ocorrência desse grupo, o
240 que não foi observado nesse trabalho, pois a maior quantidade de Coleoptera foi encontrada no ano
241 em que foi utilizada água residuária tratada em biodigestor a qual possui menor teor de matéria
242 orgânica.

243 Essa diferença entre os números de indivíduos entre os anos pode estar associada aos
244 diferentes tipos de águas residuárias utilizadas, pois em 2012 a quantidade de matéria orgânica e
245 nutrientes aplicados ao solo foi maior do que em 2011.

246 Konzen (2005) relata que dejetos de suínos tratados em biodigestor podem reduzir a carga
247 orgânica de 78 a 80%, além de reduzirem os teores de P, Cu e Zn totais em 40%, 40% e 22%,
248 respectivamente. O autor ainda observa que essa redução pode minimizar os efeitos indesejados da
249 utilização dos dejetos de suínos no solo como fertilizante.

250 A menor quantidade de matéria orgânica no solo e de nutrientes pode afetar negativamente a
251 fauna edáfica, como observado em 2011, pois a matéria orgânica tem relação direta com as
252 propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Sendo assim, deve-se adotar um manejo
253 sustentável da matéria orgânica para manter, à longo prazo, a capacidade produtiva do solo
254 (ALVES et al., 2013).

255 Além disso, pode-se observar que em 2012, a quantidade de precipitação e umidade foram
256 maiores quando comparadas a 2011 (Figura 1) podendo apresentar relação com a maior abundância

257 de organismos encontrada naquele ano. O mesmo foi observado por Gondim et al. (2010), os quais
258 verificaram que a maior quantidade de precipitação na estação chuvosa favorece os organismos
259 edáficos, aumentando a riqueza de grupos quando comparado à época seca.

260 Para o grupo Isoptera, a maior densidade em 2012 (Figura 3), pode ter relação direta com a
261 alta quantidade de precipitação neste ano (Figura 1). Esse grupo depende da umidade do solo
262 devido à pouca quitinização da cutícula e baixa capacidade de reter água (COLLINS, 1969), além
263 de se alimentarem de solos em habitats úmidos (WOOD et al., 1982).

264 As condições climáticas favoráveis em 2012 podem ter beneficiado também a ocorrência de
265 Collembola. Irmiler (2006) descreve que a precipitação é um dos fatores que afeta
266 significativamente o grupo e está intimamente relacionada à umidade do solo. Além disso, em altas
267 quantidades, a precipitação pode ter efeitos diversos sobre espécies de colêmbolas, afetando
268 positivamente algumas como *Neanura muscorum* e *Onychiurus armatus* e negativamente outras
269 como *Tomocerus flavescens*.

270 Já a ordem Coleoptera, pode ter sido negativamente influenciada pela alta umidade e
271 precipitação. Marques e Del-Claro (2010) também encontraram maior quantidade de indivíduos
272 desta ordem na época seca, coletados com armadilhas do tipo pitfall, em ambiente de cerrado. Os
273 autores atribuem esse resultado à mudança de comportamento para explorar recursos ou, ainda, uma
274 resposta à variação de umidade. O oposto foi observado por Nunes et al. (2012), os quais
275 relacionaram a distribuição da fauna edáfica com a umidade do solo e verificaram aumento desse
276 grupo com o incremento da serapilheira em condições de boa umidade.

277 Outro grupo que diminuiu com o aumento da umidade e da MO no solo foi a ordem
278 Oribatida. Cao et al. (2011) também encontraram maior quantidade de indivíduos da ordem
279 Oribatida nos tratamentos com menor umidade.

280 A quantidade de plantas de milho, o espaçamento entre elas por parcela e a distância de uma
281 parcela da outra podem ter influenciado na evaporação da água do solo por este ficar mais exposto
282 aos raios solares fazendo com que diminuíssem os teores de umidade do solo. Em plantações de

283 milho o solo tende a ficar mais exposto, quando comparado à outras culturas que formam grandes
284 coberturas mantendo a temperatura e umidade do solo em condições favoráveis ao desenvolvimento
285 da fauna edáfica.

286 Solos com menores coberturas apresentam, conseqüentemente, menores valores de umidade,
287 pois a insolação direta sobre o solo e a ação do vento em solos mais expostos tendem a facilitar a
288 perda de água (OLIVEIRA et al., 2005).

289 A temperatura, umidade e pluviosidade têm relação direta com os grupos edáficos que têm a
290 água como fator limitante de suas atividades (ASSAD, 1997). Menezes et al. (2009) relataram que o
291 comportamento da fauna edáfica tende a ser diferente em período quente e chuvoso quando
292 comparado a período frio e seco, devido às alterações nos recursos usados por esta.

293 Moço et al. (2005) descrevem que a maior quantidade de precipitação favorece o
294 crescimento vegetal e, conseqüentemente, a produção de serapilheira, beneficiando a fauna edáfica
295 pelo aumento de alimento.

296 Já Kautz (2006), estudando efeitos à longo prazo de fertilizantes mineral e orgânico em
297 microartrópodes em culturas agrícolas no semi árido da Espanha, observou maior abundância de
298 microartrópodes edáficos no segundo ano de experimento quando a umidade do solo foi menor, e o
299 autor associa esse resultado aos altos teores de água encontrados no solo no primeiro ano que
300 provavelmente preencheu os poros do solo afetando negativamente a fauna edáfica.

301 Na Per-MANOVA bifatorial para a primeira (Tabela 3) e segunda safra de milho (Tabela 4),
302 não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os níveis ARS e AD, e nem entre
303 os tratamentos formados pela interação desses fatores.

304

305

306

307

308

309 **Tabela 3** Per-MANOVA bifatorial para adubação mineral e água residuária da suinocultura
310 realizada com 4999 permutações sobre a meso e macrofauna do solo obtida do cultivo de milho no
311 ano de 2011. **Bifatorial Per-MANOVA for mineral fertilization and swine wastewater held**
312 **with 4999 permutations on the edaphic meso and macrofauna obtained from the maize crops**
313 **in the year 2011.**

Níveis	g.l.	SQ	QM	F	p *
AD	1	14.806	14.806	0.9563	0.4536
ARS	3	43.515	14.505	0.93685	0.5462
AD x ARS	3	60.754	20.251	1.308	0.1682
Residual	16	247.73	15.483		

314 ARS - água residuária da suinocultura; AD – adubação mineral; g.l. – grau de liberdade; SQ – soma
315 dos quadrados; QM – quadrado médio; AD x ARS – interação de AD e ARS.

316

317 **Tabela 4** Per-MANOVA bifatorial para adubação mineral e água residuária da suinocultura
318 realizada com 4999 permutações sobre a meso e macrofauna do solo obtida do cultivo de milho no
319 ano de 2012. **Bifatorial Per-MANOVA for mineral fertilization and swine wastewater held**
320 **with 4999 permutations on the edaphic meso and macrofauna obtained from the maize crops**
321 **in the year 2012.**

Níveis	g.l.	SQ	QM	F	p *
AD	1	18.78	18.78	1.0874	0.3468
ARS	3	50.81	16.937	0.98063	0.4918
AD x ARS	3	41.449	13.816	0.79996	0.727
Residual	16	276.34	17.271		

322 ARS - água residuária da suinocultura; AD – adubação mineral; g.l. – grau de liberdade; SQ – soma
323 dos quadrados; QM – quadrado médio; AD x ARS – interação de AD e ARS.

324

325 A mudança no tipo de água residuária de um ano para o outro deve-se aos resultados
326 encontrados no primeiro ano de experimento onde pode-se observar que os tratamentos não
327 influenciaram os organismos da fauna edáfica. Sendo assim, no segundo ano de experimento foi
328 utilizada ARS bruta, a qual possui uma carga de nutrientes e matéria orgânica maior, para verificar
329 se tais resultados seriam diferentes do primeiro ano de estudo.

330 Realizando uma análise visual, observou-se que as plantas de milho das parcelas tratadas
331 com ARS apresentaram tamanho superior às que não receberam o dejetos. Resultado similar foi
332 encontrado por Freitas et al. (2004). Mesmo assim, os tratamentos com adição de ARS bruta e
333 tratada em biodigestor e AD não influenciaram os organismos. Pensando-se em destinar o efluente
334 de forma ambientalmente correta, esses resultados mostram que aplicando a maior dose de ARS
335 bruta ou a menor dose de ARS tratada em biodigestor, não tem efeitos significativos sobre a meso e
336 macrofauna edáfica, ou seja, não prejudicará a fauna de solo, porém ainda são necessários mais

337 estudos nessa área para saber se, de fato, não existem efeitos, pois a composição das ARS varia de
338 um sistema de tratamento para outro.

339

340 CONCLUSÃO

341

- 342 • A adição de água residuária da suinocultura tanto bruta quanto tratada em biodigestor e de
343 adubação mineral não influenciou a fauna de solo.
- 344 • Os parâmetros químicos do solo diferenciaram a meso e macrofauna edáfica somente entre
345 os anos.

346

347 REFERÊNCIAS

348

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

351

352 ALVES, M. V.; SANTOS, J. C.; GOIS, D. T.; ALBERTON, J. V.; BARETTA, D. Macrofauna do
353 solo influenciada pelo uso de fertilizantes químicos e dejetos de suínos no oeste do estado de Santa
354 Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n. 32, p. 589-598, 2008.

355

356 ALVES, S. M. F.; ALCÂNTARA, G. R.; REIS, E. F.; QUEIROZ, D. M.; VALENTE, D. S. M.
357 Definições de zonas de manejo a partir de mapas de condutividade elétrica e matéria orgânica.
358 **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.29, n.1, p. 104-114, 2013.

359

360 ANDERSON, M. J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral**
361 **Ecology**, v.26, p.32-46, 2001.

362

363 ANDRÉS, P.; MATEOS, E.; TARRASÓN, D.; CABRERA, C.; FIGUEROLA, B. Effects of
364 digested, composted, and thermally dried sewage sludge on soil microbiota and mesofauna.
365 **Applied Soil Ecology**, v.48, p. 236-242, 2011.

366

367 ANTONIOLLI, Z. I.; CONCEIÇÃO, P. C.; VALÍDIO, B.; PORT, O.; SILVA, D. M.; SILVA, R. F.
368 Método alternativo para estudar a fauna do solo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 4, p. 407-
369 417, 2006.

370

371 AQUINO, A. M.; MENEZES, E. L. A.; QUEIROZ, J. M. **Recomendações para a coleta de**
372 **artrópodes terrestres por armadilhas de queda (*Pitfall traps*)**. Rio de Janeiro: Seropédica, 2006.
373 (Embrapa Agrobiologia. Circular técnica 18). Disponível em:
374 <http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/download/cit018.pdf>. Acesso em: 19 out. 2010.
375
376 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT/NBR 10664, abr., 1989.
377
378 ASSAD, M. L. L. Fauna do solo. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. **Biologia dos solos dos**
379 **cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. p. 363-443.
380
381 BEN, W.; QIANG, Z.; ADAMS, C.; ZHANG, H.; CHEN, L. Simultaneous determination of
382 sulfonamides, tetracyclines and tiamulin in swine wastewater by solid-phase extraction and liquid
383 chromatography-mass spectrometry. **Journal of Chromatography A**, v.1202, p.173-180, 2008.
384
385 BEHAN-PELLETIER, V.M. Oribatid mite biodiversity in agroecosystems: role for bioindication.
386 **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, 411–423, 1999.
387
388 BREMNER, J. M.; Inorganic forms of nitrogen. p. 1179 – 1237. In: BLACK, C. A. et al. **Methods**
389 **of soil analysis**. Part 2. Agron. Monogr. 9. ASA., Madison, WI.
390
391 CAO, Z.; HAN, X.; HU, C.; CHEN, J.; ZHANG, D.; STEINBERGER, Y. Changes in the
392 abundance and structure of soil mite (Acari) community under long-term organic and chemical
393 fertilizer treatments. **Applied Soil Ecology**, 2011.
394
395 COLLINS, M. S. Water relations in termites. In: KRISHNA, K. and WEESNER, F. M. (ed.).
396 **Biology of Termites**. New York, v. 1, p. 433-458, 1969.
397
398 COSMANN, N. J.; SAMPAIO, S. C.; PINTO, F. G. S.; PALMA, D.; DIETER, J.; CORDOVIL, C.
399 S. C. M. S.; VARENNES, A. Transport of nutrients and bacteria in runoff after the application of
400 swine wastewater. **International Journal of Food, Agriculture and Environment**, v. 10, p. 785-
401 789, 2012.
402
403 CUTZ-POOL, L. Q.; PALACIOS-VARGAS, J. G.; CASTAÑO-MENESES, G.; GARCÍA-
404 CALDERÓN, N. E. Edaphic Collembola from two agroecosystems with contrasting irrigation type
405 in Hidalgo State, Mexico. **Applied Soil Ecology**, v.36, p.46-52, 2007.
406 DENG, L.; CHEN, H.; CHEN, Z.; LIU, Y.; PU, X.; SONG, L. Process of simultaneous hydrogen
407 sulfide removal from biogas and nitrogen removal from swine wastewater. **Bioresource**
408 **Technology**, v.100, p.5600-5608, 2009.
409
410 DOMEK-CHRUSCICKA, K.; SENICZAK, S. The effect of pig liquid manure fertilization on the
411 crop of alternating grassland and some groups of soil mesofauna. **Folia Biologica (Kraków)**, v.53,
412 p.139-143, 2005.
413

414 FREITAS, W. S.; OLIVEIRA, R. A.; PINTO, F. A.; CECON, P. R.; GALVÃO, J. C. C. Efeito da
415 aplicação de águas residuárias de suinocultura sobre a produção do milho para silagem. **Revista**
416 **Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.1, p.120-125, 2004.
417

418 GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C. D.; BERTI
419 FILHO, E.; PARRA, J. R. P. L.; ZUCCHI, R. A.; BAT, S. **Entomologia Agrícola**, São Paulo:
420 Editora Agronômica Ceres, 920p, 2002.
421

422 GONDIM, S. C.; SOUTO, J. S.; CAVALCANTE, L. F.; ARAUJO, K. D.; RODRIGUES, M. Q.
423 Biofertilizante bovino e salinidade da água na macrofauna do solo cultivado com maracujazeiro
424 amarelo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.5, n.2,
425 p.35-45, abr/jun, 2010.
426

427 INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR. **Cartas Climáticas do Estado do Paraná**.
428 Londrina: IAPAR, 2000.
429

430 IRMLER, U. Climatic and litter fall effects on collembolan and oribatid mite species and
431 communities in a beech wood based on a 7 years investigation. **European Journal of Soil Biology**,
432 v.42 p.51–62, 2006.
433

434 KAUTZ, T.; FANDO-LOPEZ, C.; ELLMER, F. Abundance and biodiversity of soil
435 microarthropods as influenced by different types of organic manure in a long-term field experiment
436 in Central Spain. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 33, n. 3, p. 278-285, 2006.
437

438 KONZEN, E. A. **Dejetos de suínos fermentados em biodigestores e seu impacto ambiental**
439 **como insumo agrícola**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 4p. (Embrapa Milho e Sorgo.
440 Comunicado técnico 124)
441

442 KRUSKAL, J. B. "Nonmetric multidimensional scaling: a numerical method". **Psychometrika**,
443 v.29, p.115-129, 1964.
444

445 KUNZ, A. **Remoção de nitrogênio em dejetos de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves,
446 2005. Disponível em: www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_artigos/artigos_s185q3t.pdf. Acesso em: 20
447 out. 2010.
448

449 LOURENTE, E. R. P.; SILVA, R. F.; SILVA, D. A.; MARCHETTI, M. E.; MERCANTE, F. M.
450 Macrofauna edáfica e sua interação com atributos químicos e físicos do solo sob diferentes sistemas
451 de manejo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 17-22, 2007.
452

453 MAGGI, C. F.; FREITAS, P. S. L.; SAMPAIO, S. C.; DIETER, J. Lixiviação de nutrientes em solo
454 cultivado com aplicação de água residuária de suinocultura. **Engenharia Agrícola e Ambiental**,
455 v.15, n.2, p.170–177, 2011.
456

457 MATHER, P. M. *Computational Methods of Multivariate Analysis in Physical Geography*. John
458 Wiley & Sons, Inc., London, England. p.532, 1976.

459

460 MENEZES, C. E. G.; CORREIA, M. E. F.; PEREIRA, M. G.; BATISTA, I.; RODRIGUES, K. M.;
461 COUTO, W. H.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, I. P. Macrofauna edáfica em estádios sucessionais
462 de floresta estacional semidecidual e pastagem mista em Pinheiral (RJ). **Revista Brasileira de**
463 **Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, p.1647-1656, 2009.

464

465 MCCUNE, B.; GRACE, J. B. *Analysis of Ecological Communities*. MjM Software Design,
466 Glenden Beach, Oregon, USA, p.304, 2002.

467

468 MACCUNE, B.; MEFFORD, M. J. *Multivariate analysis of ecological data*. Version 4, MjM
469 Software Design. Glenden Beach, Oregon, 1999.

470

471 MARQUES, G. D. V.; DEL-CLARO, K. Sazonalidade, abundância e biomassa de insetos de solo
472 em uma reserva de Cerrado. **Revista Brasileira de Zootecias**, v. 12, n. 2, p.141-150, 2010.

473

474 MEES, J. B. R.; DAMASCENO, S.; VILAS BOAS, M. A.; FAZOLO, A.; SAMPAIO, S. C.
475 Estabilização da biomassa de aguapé através da compostagem com águas residuárias de suínos e
476 resíduos de frigorífico. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.3, p.709-716, jul/set, 2009.

477

478 MENEGHETTI, A. M.; NÓBREGA, L. H. P.; SAMPAIO, S. C.; FERQUES, R. G. Mineral
479 composition and growth of babycorn under swine wastewater combined with chemical fertilization.
480 **Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.11, p.1198–1205, 2012.

481

482 MOÇO, M. K. S.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; CORREIA, M. E. F.
483 Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte Fluminense.
484 **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n.4, p. 555-564, 2005.

485

486 NUNES, L. A. P. L.; SILVA, D. I. B.; ARAÚJO, A. S. F.; LEITE, F. C.; CORREIA, M. E. F.
487 Caracterização da fauna edáfica em sistemas de manejo para produção de forragens no Estado do
488 Piauí. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n.1, p.30-37, 2012.

489

490 OLIVEIRA, M. F.; RUIZ, H. A.; COSTA, L. M.; SCHAEFER, C. E. G.R. Flutuações de
491 temperatura e umidade do solo em resposta à cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Engenharia**
492 **Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.4, p.535–539, 2005.

493

494 PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel,
495 549 p., 1990.

496

497 SAMPAIO, S. C.; FIORI, M. G. S.; OPAZO, M. A. U.; NÓBREGA, I. H. P. Comportamento das
498 formas de nitrogênio em solo cultivado com milho irrigado com água residuária da suinocultura.
499 **Engenharia Agrícola**, Botucatu, v. 30, p. 138-149, 2010.
500

501 SEGANFREDO, M. A.; JÚNIOR, V. P. **Dejetos suínos: Adubo ou poluente?** Concórdia:
502 Embrapa Suínos e Aves, 2005. Disponível em:
503 www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_artigos/artigos_q5c76o7i.pdf. Acesso em: 21 out. 2010.
504

505 TER BRAAK, C. J. F. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for
506 multivariate direct gradient analysis. **Ecology**, v.67, p.1167-1179, 1986.
507

508 TER BRAAK, C. J. F. Canonical community ordination. Part I: Basic theory and linear methods.
509 **Ecoscience**, v.1, p.127-140, 1994.
510

511 TESSARO, D.; SAMPAIO, S. C.; ALVES, L. F. A.; DIETER, J.; CORDOVIL, C. S. C. M. S.;
512 VARENNES, A. Edaphic mesofauna (springtails and mites) in soil cultivated with baby corn and
513 treated with swine wastewater combined with chemical fertilization. **International Journal of**
514 **Food, Agriculture and Environment**, v. 9, p. 983-987, 2011.
515

516 TESSARO, D. **Doses de ARS nas culturas de milho, aveia e soja e suas influências sobre a**
517 **meso e macrofauna**. 2012. f.192. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade
518 Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, 2012.
519

520 TESSARO, D.; SAMPAIO, S. C.; ALVES, L. F. A.; DIETER, J.; CORDOVIL, C. S. C. M. S.;
521 VARENNES, A.; PANSEIRA, W. A. Macrofauna of soil cultivated with baby corn treated with
522 Swine wastewater combined with chemical fertilization. **African Journal of Agricultural**
523 **Research**, v. 8, p. 86-92, 2013.
524

525 VENGLOWSKY, J.; SASAKOVA, N.; PLACHA, I. Pathogens and antibiotic residues in animal
526 manures and hygienic and ecological risks related to subsequent land application. **Bioresource**
527 **Technology**, v.100, p.5386-5391, 2009.
528

529 WOOD, T. G.; JOHNSON, R. A.; BACCHURS, S.; SHITTU, M. O.; ANDERSON, J. M.
530 Abundance and distribution of termites (Isoptera) in a riparian forest in the southern guinea savanna
531 vegetation zone of Nigeria. **Biotropica**, v. 14, n.1, p. 25-39, 1982.
532

ANEXOS

NORMAS DA REVISTA

Diretrizes para Submissão na revista Engenharia Agrícola (EA)

1. Diretrizes Gerais

A fim de prestigiar a comunidade científica nacional, é importante que as informações disponíveis na bibliografia brasileira sejam esgotadas, especialmente aquelas publicadas na Engenharia Agrícola, o que pode ser feito consultando a página no SciELO (http://www.scielo.br/scielo.php/script_sci_serial/pid_0100-6916/Ing_pt/nrm_iso).

A língua oficial é a portuguesa. Aceitam-se artigos em espanhol ou inglês, devendo obrigatoriamente conter o RESUMO e PALAVRAS-CHAVE em português. O artigo enviado a esta revista não deve estar sendo submetido a outro órgão para publicação e nem ter sido anteriormente publicado, a não ser em forma de resumo em reunião científica.

O texto deverá ser enviado por meio do Sistema do SCieLO, acessando o endereço <http://submission.scielo.br/index.php/eagri/>, obedecendo a estas instruções, sendo omitido o(s) nome(s) do(s) autor(es) e o rodapé de identificação do(s) mesmo(s). O(s) autor (es) deve(rão) enviar mensagem ao endereço revistasbea@sbea.org.br, informando a natureza do artigo (científico, técnico ou de revisão), anexando o comprovante de depósito referente ao pagamento da taxa de tramitação e responsabilizando-se pelos demais autores, quando houver, como co-responsáveis pelo conteúdo científico do trabalho, obedecendo ao Artigo 5º da Lei no 9.610, que trata do Direito Autoral.

Os artigos subdivididos em partes I, II,..., devem ser cadastrados separadamente, porém serão submetidos aos mesmos revisores. Os artigos podem apresentar figuras coloridas (fotografias, gráficos, diagramas, etc.), porém o SCieLO aceita arquivos com, no máximo, 2,0 Mb (arquivos maiores não serão gravados no sistema). Artigos que não seguirem estas normas serão cancelados pelo Editor Gerente da EA e novo cadastro deverá ser realizado pelo autor. Artigos Científicos que os avaliadores interpretarem que possuem estilo de Artigo Técnico terão o processo encerrado.

A composição dos textos, obrigatoriamente, deverá obedecer as seguintes orientações:

- Processador: MSWord 7.0 ou posterior
- Tamanho do papel: A4 (21 x 29,7 cm)
- Número máximo de laudas: 20 (Trabalhos com mais de 15 laudas, serão cobrados R\$ 10,00 por lauda adicional).
- Espaço entre linhas: 2
- Tipo de letra para o texto: Times New Roman 12
- Tipo de letra para o cabeçalho/rodapé: Times New Roman 9
- Margens: 2 cm em todos os lados do papel
- Numerar páginas
- . Numerar linhas nas páginas: arquivo/configurar página/layout/número de linhas/numerar linhas/contínua
- Parágrafo: 1,0 cm
- . Tamanho máximo do arquivo: 2,0 Mb

Para trabalhos com até 15 laudas no manuscrito, será cobrada antecipadamente a taxa de R\$ 80,00 (oitenta reais) por trabalho submetido, em que o primeiro autor for associado da SBEA e estiver em dia com a anuidade; caso contrário, o valor da taxa é de R\$ 300,00

(trezentos reais). Caso o artigo seja aceito para publicação, somente o primeiro autor terá o direito de receber o exemplar da revista.

2. Artigos

Os artigos podem ser da seguinte natureza: 1. artigo científico; 2. artigo técnico, e 3. artigo de revisão.

2.1. Artigo Científico: refere-se a relato de pesquisa original, com hipótese bem definida, prestigiando assuntos inovadores. O texto deverá contemplar os itens, sempre destacados em letras maiúsculas e em negrito, sem parágrafo e sem numeração, deixando dois espaços (duas vezes ENTER) após o item anterior e um espaço (uma vez ENTER) para iniciar o texto, na ordem a seguir: para artigo em português ou espanhol: título (português ou espanhol), nome dos autores, resumo, palavras-chave; título (inglês), abstract e keywords. Para artigo em inglês: título (inglês), nome dos autores, abstract, keywords; título (português), resumo e palavras-chave. Para garantir a análise cega pelos pares, os trabalhos submetidos devem ser apresentados sem autores e rodapé.

TÍTULO: Centralizado; deve ser claro e conciso, permitindo pronta identificação do conteúdo do trabalho, procurando-se evitar palavras do tipo: análise, estudo e avaliação. Um número-índice sobrescrito, como chamada de rodapé, poderá seguir-se ao título para possível explicação em se tratando de trabalho apresentado em congresso, extraído de dissertação ou tese, ou para indicar o órgão financiador da pesquisa.

AUTORES: O número de autores deve ser o mínimo possível, considerando-se apenas as pessoas que tiveram participação efetiva no trabalho, em condições de responder pelo mesmo integralmente ou em partes essenciais. Com raras exceções, os autores não passam de cinco e, em qualquer caso, o Conselho Editorial poderá solicitar justificativas para explicar a presença dos autores no trabalho. Não é permitida a alteração de autor (es) no artigo após o início da tramitação.

No Sistema On-Line, em Resumo da Biografia, identificar o(s) autor (es) da seguinte maneira: para o primeiro autor: qualificação profissional, ocupação, local de trabalho e endereço, conforme segue: Engo Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Rural, UNESP/Jaboticabal - SP, Fone: (0XX16) 3209.2637, xxxxxxxx@xxx.com.br. Para os demais autores: qualificação profissional, ocupação e local de trabalho, conforme segue: Engo Agrícola, Prof. Adjunto, Departamento de Engenharia Rural, UNESP/Botucatu - SP. Essas informações somente serão inseridas após a aprovação do trabalho.

RESUMO: O texto deve iniciar-se na mesma linha do item, ser claro, sucinto e, obrigatoriamente, explicar o(s) objetivo(s) pretendido(s), procurando justificar sua importância (sem incluir referências), os principais procedimentos adotados, os resultados mais expressivos e conclusões, contendo no máximo 14 linhas. Abaixo devem aparecer as **PALAVRAS-CHAVE** (seis no máximo, procurando-se não repetir palavras do título) escritas em letras minúsculas. Uma versão completa do RESUMO, para o inglês, deverá apresentar a seguinte disposição: **TÍTULO, ABSTRACT e KEYWORDS.**

INTRODUÇÃO: Devem ser evitadas divagações, utilizando-se de bibliografia recente (últimos 5 anos e preferencialmente periódicos) e apropriada para formular os problemas abordados e a justificativa da importância do assunto, deixando muito claro o(s) objetivo(s) do trabalho, utilizando no máximo 50 linhas.

MATERIAL E MÉTODOS: Dependendo da natureza do trabalho, uma caracterização da área experimental deve ser inserida, tornando claras as condições em que a pesquisa foi realizada. Quando os métodos forem os consagrados, apenas a referência bastará; caso contrário, é necessário apresentar descrição dos procedimentos utilizados, adaptações promovidas, etc. Unidades de medidas e símbolos devem seguir o Sistema Internacional.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Ilustrações, gráficos e fotografias devem ser apresentados com tamanho e detalhes suficientes para a composição final, preferivelmente na mesma posição do texto, podendo ser coloridos, devendo, também, apresentar o título em inglês. Gráficos: podem apresentar partes coloridas, sendo os eixos x e y com 1/2 pt, descritos com o mesmo tipo e tamanho de letras contidas no texto (Times New Roman 12) e a legenda na posição inferior do mesmo. A numeração deve ser sucessiva em algarismos arábicos. Tabelas: evitar tabelas extensas e dados supérfluos, privilegiando-se dados médios; adequar seus tamanhos ao espaço útil do papel e colocar, na medida do possível, apenas linhas contínuas horizontais; suas legendas devem ser concisas e auto-explicativas, devendo, também, apresentar o título em inglês. Fotografias: podem ser coloridas. Na discussão, confrontar os resultados com os dados obtidos na bibliografia.

CONCLUSÕES: Devem basear-se exclusivamente nos resultados do trabalho. Evitar a repetição dos resultados em listagem subsequente, buscando, sim, confrontar o que se obteve, com os objetivos inicialmente estabelecidos. As conclusões devem ser escritas facilitando a interpretação do artigo, sem necessidade de consultar outros itens do mesmo.

AGRADECIMENTO(S): Inserir-lo(s), se for o caso, após as conclusões, de maneira sucinta.

REFERÊNCIAS: Devem ser citadas apenas as essenciais, o que, geralmente, não é observado em se tratando de artigos originários de teses. Incluir apenas as mencionadas no texto e em tabelas, gráficos ou ilustrações, aparecendo em ordem alfabética e em letras maiúsculas. Evitar citações de resumos, trabalhos não-publicados e comunicação pessoal. Pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 5 anos e 70% de artigos de periódicos. As referências no texto devem também aparecer em letras maiúsculas, seguidas da data: SOUZA & SILVA (2005), ou ainda (SOUZA & SILVA, 2005); existindo outras referências do(s) mesmo(s) autor(es) no mesmo ano (outras publicações), isso será identificado com letras minúsculas (a, b, c) após o ano da publicação: SOUZA & SILVA (2005 a). Quando houver três ou mais autores, no texto será citado apenas o primeiro autor seguido de et al., mas na listagem bibliográfica final os demais nomes também deverão aparecer. Na citação de citação, identifica-se a obra diretamente consultada; o autor e/ou a obra citada nesta é assim indicado: SILVA (2000) citado por PESSOA (2006). Citar pelo menos dois artigos da revista Engenharia Agrícola e incluir as citações bibliográficas na discussão e na metodologia.

Quaisquer dúvidas, consultar a norma NBR-6023 (ago. 2000) da ABNT. A seguir, estão colocados alguns exemplos:

Revistas/Periódicos

ALVES, S.P.; RODRIGUES, E.H.V. Sombreamento arbóreo e orientação de instalações avícolas. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.24, n.2, p.241-5, maio/ago. 2004.

Revistas/Periódicos em meio eletrônico

PANDORFI, H.; SILVA, I.J.O., GUISELINI, C.; PIEDADE, S.M.S. Uso da lógica fuzzy na caracterização do ambiente produtivo para matrizes gestantes. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 27, n. 1, 2007. Disponível em: . Acesso em: 24 set 2007.

Livros

PRADO, R.M.; NATALE, W.; FURLANI, C.E.A. Manejo mecanizado de atividades para implantação de culturas. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2002. 99 p. (Série Engenharia Agrícola)

Capítulos de livros ou obras semelhantes CARVALHO, J.A. Hidráulica básica. In: MIRANDA, J.H.; PIRES, R.C.M. Irrigação. Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2003. v.2, p.1-106. (Série Engenharia Agrícola)

Anais de congressos, simpósios, encontros científicos ou técnicos

MARINI, V.K.; ROMANO, L.N.; DALLMEYER, A.U. A análise da operação agrícola como base para a definição de requisitos funcionais no processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35., 2006, João Pessoa. Anais... João Pessoa: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2006. 1 CD-ROM.

Monografias, dissertações, teses

CORTEZ, J.W. Densidade de semeadura da soja e profundidade de deposição do adubo no sistema plantio direto. 2007. 87 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

Documento cartográfico (mapa, fotografia aérea, imagem de satélite, imagem de satélite digital)

BRASIL e parte da América do Sul: mapa político, escolar, rodoviário, turístico e regional. São Paulo: Michalany, 1981. 1 mapa, color., 79 cm x 95 cm. Escala 1:600.000. INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO (São Paulo, SP). Projeto Lins Tupã: foto aérea. São Paulo, 1986. Fx 28, n.15. Escala 1:35.000.

LANDSAT TM5. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1987-1988. Imagem de satélite. Canais 3, 4 e composição colorida 3, 4 e 5. Escala 1:100.000.

ESTADOS UNIDOS. National Oceanic and Atmospheric Administration. GOES-08: SE. 13 jul. 1999, 17:45Z. IR04. Itajaí: UNIVALI. Imagem de satélite: 1999071318. GIF: 557 Kb.

Órgãos públicos, instituições, associações

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10520: informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, 1999. 412 p.

BRASIL. Agência Nacional de Petróleo. Biodiesel: novas perspectivas de sustentabilidade. Rio de Janeiro, 2002. 27 p.

EQUAÇÕES: Todas as equações que fizerem parte do texto deverão ser alinhadas com o parágrafo e numeradas, como segue:

$$y = ax + b \quad (1)$$

em que,

y - velocidade, m s⁻¹;

a - coeficiente angular;

x - rotação, rpm, e
b - coeficiente linear.

2.2. Artigo Técnico: Deverá retratar avanços em teorias, metodologias e técnicas, sem apresentação de hipótese. Quando se tratar de estudo de caso, as conclusões devem apresentar proposições. Deve ser redigido em linguagem técnica, de fácil compreensão, sobre assuntos de interesse para a Engenharia Agrícola, por autor(es) que demonstre(m) experiência sobre o assunto tratado, permitindo orientação para os diferentes usuários da Engenharia Agrícola. Somente justifica-se a apresentação de artigos que tragam contribuição sobre o assunto e não simplesmente casos pessoais ou de interesse restrito. Com maior liberdade de estilo do que em artigos científicos, os artigos técnicos devem, na maioria das vezes, conter os seguintes itens: Título, Autor(es), Resumo, Abstract, Palavras-Chave (Keywords), Introdução, Descrição do Assunto, Conclusões e Referências. Destaca-se que os autores e o rodapé de identificação dos mesmos serão incluídos somente após a aprovação do trabalho. Para a redação desses itens, devem ser seguidas as mesmas orientações para artigos científicos, com as seguintes particularidades: Cabeçalho: ARTIGO TÉCNICO deve aparecer no cabeçalho da primeira página, em letras maiúsculas, sublinhadas, negritadas, centralizadas e espaçadas de 1,1 cm da margem superior. Introdução: deve conter breve histórico, esclarecendo a importância, o estágio atual do assunto, apoiando-se em revisão bibliográfica, e deixar claro o objetivo do artigo. Descrição do Assunto: com diferentes títulos que podem ser divididos em subitens, deve-se discorrer sobre o assunto, apontando-se as bases teóricas, trazendo experiências e recomendações, discutindo e criticando situações, baseando-se ao máximo em bibliografia e normas técnicas sobre o assunto. Conclusões: quando couberem, devem ser redigidas de forma clara e concisa, coerentes com o(s) objetivo(s) estabelecido(s). Não devem ser uma simples reapresentação de outros parágrafos do artigo.

2.3. Artigo de Revisão: é a apresentação de um estudo, reunindo, analisando e discutindo sobre um assunto de importância para a Engenharia Agrícola, e baseado em ampla pesquisa bibliográfica, permitindo compilação dos conhecimentos existentes. Embora com maior liberdade de estilo do que em artigos científicos, os artigos de Revisão devem conter os seguintes itens: Título, Autor (es), Resumo, Abstract, Palavras-Chave (Keywords), Introdução, Revisão, Conclusões e Referências. Para a redação desses itens, devem ser seguidas as mesmas orientações para composição de artigos científicos, com as seguintes particularidades: Cabeçalho: ARTIGO DE REVISÃO deve aparecer no cabeçalho da primeira página em letras maiúsculas, sublinhadas, negritadas, centralizadas e espaçadas de 1,1 cm da margem superior. Introdução: deve conter breve histórico, situando a importância, o estágio atual do assunto e o objetivo da revisão. Revisão: seguir as normas de citação da revista. Se necessário, pode ser dividida por assuntos em subitens. A redação deve ser crítica e não apenas mera exposição dos assuntos; deve apresentar seqüência lógica por ordem de assuntos e/ou cronológica. Sempre que possível, deve conter uma análise comparativa dos trabalhos sobre o assunto tratado. Conclusões: devem ser apresentadas de forma clara e concisa, coerentes com o(s) objetivo(s) estabelecido(s). Não devem ser uma simples reapresentação de parágrafos da revisão.

3. Tramitação dos Artigos Submetidos à revista Engenharia Agrícola

Os trabalhos relativos à revista Engenharia Agrícola estão centrados na sede da SBEA e os artigos recebidos seguirão os trâmites estabelecidos entre a Diretoria Executiva e a Diretoria Técnica-Científica, cujos procedimentos são resumidamente descritos a seguir:

Recepção - é efetuada pelo Sistema Eletrônico de Editoração de Revistas – ScieLO (<http://submission.scielo.br/index.php/eagri>), que registra o artigo e informa ao autor responsável o recebimento. Cabe à Secretaria verificar se o texto segue as normas para submissão. Em caso negativo, é informado ao remetente que o artigo foi cancelado e que novo cadastro deverá ser realizado, atendendo às Diretrizes da revista.

Avaliadores - o artigo é enviado a três avaliadores (revisão por pares) para apreciação do conteúdo do texto quanto ao mérito e emissão de parecer, garantindo-lhes o anonimato. Cada área do conhecimento tem no mínimo 50 (cinquenta) avaliadores, sendo exigido o título de Doutor.

Envio à Comissão Editorial - assim que os avaliadores devolvem as avaliações, o Editor de Seção compila os comentários e, baseado nessas informações, toma uma das seguintes providências:

- a) informa à Secretaria da SBEA que o trabalho pode ser publicado quando não há modificações ou correções; quando poucas correções forem necessárias, serão executadas pela Comissão Editorial;
- b) devolve ao autor responsável para as devidas correções, mudanças ou considerações sobre o parecer, e
- c) informa ao autor responsável que o trabalho não foi aceito para publicação.

Retorno à SBEA - no caso do item “b”, após as correções, assim que o trabalho retornar ao Sistema, o mesmo é reenviado ao Editor de Seção. No caso do item “c”, o Sistema informa ao autor responsável que o trabalho não foi aceito para publicação e encerra o processo.

Informação ao autor responsável - de posse da informação obtida junto ao Editor de Seção, a Secretaria da SBEA comunica ao autor responsável a provável época ou número da Revista em que seu texto será publicado.