

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA –
UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS
MESTRADO EM MANEJO DO SOLO**

LUCIANA FERRO SCHNEIDER

**FAUNA EDÁFICA EM ÁREAS COM DIFERENTES MANEJOS
E TEMPOS DE DESCARTE DE RESÍDUOS ANIMAIS NO
OESTE DE SANTA CATARINA**

**LAGES-SC
2013**

LUCIANA FERRO SCHNEIDER

**FAUNA EDÁFICA EM ÁREAS COM DIFERENTES MANEJOS
E TEMPOS DE DESCARTE DE RESÍDUOS ANIMAIS NO
OESTE DE SANTA CATARINA**

Dissertação apresentada ao Curso de
Pós-graduação em Manejo do Solo,
da Universidade do Estado de Santa
Catarina, como requisito parcial para
obtenção do título de mestre.

Orientador: Dr. Julio Cesar Pires
Santos

Coorientador: Álvaro Luiz Mafra

**LAGES-SC
2013**

S319f

Schneider, Luciana Ferro

Fauna edáfica em áreas com diferentes manejos e tempos de descarte de resíduos animais no oeste de Santa Catarina / Luciana Ferro Schneider. - 2013.

143 p. : il. ; 21 cm

Orientador: Julio Cesar Pires Santos

Coorientador: Álvaro Luiz Mafra

Bibliografia: p. 115-133

Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação Manejo do Solo, Lages, 2013.

1. Dejeto de suíno. 2. Cama de aves. 3. Estatística multivariada. 4. Invertebrados do solo.
I. Schneider, Luciana Ferro. II. Mafra, Álvaro Luiz. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Manejo do Solo. IV. Título

CDD: 631.46 - 20.ed.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Setorial do
CAV/UDESC

LUCIANA FERRO SCHNEIDER

**FAUNA EDÁFICA EM ÁREAS COM DIFERENTES MANEJOS
E TEMPOS DE DESCARTE DE RESÍDUOS ANIMAIS NO
OESTE DE SANTA CATARINA**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Manejo do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Aprovado em: ___/___/___ Homologado em: ___/___/___

Banca Examinadora:

Orientador:

Prof. Dr. Julio Cesar Pires Santos
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro:

Dr. Luís Carlos Iuñes de Oliveira Filho
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro externo:

Prof. Dr. Luciane Costa de Oliveira
Instituto Federal de Santa Catarina

Lages, 14 de Junho de 2013.

Dedico aos meus queridos pais,
Léo e Neiva, ao meu namorado
Juliano e ao meu irmão Emílio
Gabriel.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por iluminar minha vida e acompanhar-me nesta caminhada.

Agradeço à UDESC pelo ensino público, gratuito e de qualidade, à PROMOP pela concessão da bolsa de estudo e monitoria, à Embrapa Suínos e Aves e ao Agricultor Familiar Belarmino Romani pela disponibilidade das áreas experimentais.

À minha família pelo apoio e carinho.

Ao meu namorado, Juliano Silva Teles, pelo auxílio, apoio, companheirismo, paciência e carinho que sempre dedicou.

Ao meu orientador, Professor Julio Cesar Pires dos Santos, pelo apoio, auxílio e confiança dispensados.

Ao pesquisador da Embrapa Suínos e Aves Dr. Juliano C. Correa, pelo auxílio na execução do trabalho.

Ao Pós-Doutorando da UDESC, Dr. Luís Carlos Iuñes Filho, pelo auxílio nas análises estatísticas, pela disponibilidade e ajuda dispensados.

À Universidade Federal de Santa Maria (UFSM - CESNORS), na pessoa do professor Dr. Rodrigo Ferreira da Silva, pela disponibilidade no empréstimo de material e laboratório para a realização de algumas análises.

Aos bolsistas e voluntários do Laboratório de Biologia e Fauna do Solo do CAV-UDESC que colaboraram para a realização do trabalho de campo e laboratório, foram

fundamentais, de forma especial agradeço a aluna de graduação Silvia Danieli Werter pela ajuda e dedicação.

Aos colegas da UDESC, Priscila Stocco, Antônio Tramontim, Luis Carlos Iunes de Oliveira Filho, Natália Ehrhardt, Janaína Veronezi e Juliana Marioti.

“A primeira condição para mudar a
realidade consiste em conhecê-la.”

Eduardo Galeano

RESUMO

SCHNEIDER, Luciana Ferro. Fauna edáfica em áreas com diferentes manejos e tempos de descarte de resíduos animais no oeste de Santa Catarina. 2013. 143 f. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo – Área: Biologia do Solo e Recursos Naturais.). Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias, Lages, 2013.

A suinocultura e a avicultura são atividades de destaque na região sul do Brasil, porém são questionadas do ponto de vista ambiental pela produção de grande quantidade de resíduos que, lançados diretamente no ambiente e manejados de forma incorreta podem provocar poluição. O estudo objetiva avaliar as relações e interferências do descarte de resíduos animais ao longo do tempo, associado aos diferentes manejos, na dinâmica da macro e meso fauna edáfica em um Nitossolo Vermelho Eutrófico de Concórdia/SC. As sete áreas utilizadas para o estudo foram diferenciadas pelos seguintes manejos: milho para silagem com 9 anos de descarte de resíduos animais (M9); milho para silagem com 22 anos de descarte (M22); pastagem azevém com 5 anos de descarte (P5); pastagem azevém com 17 anos de descarte (P17); pastagem perene com 22 anos de descarte (P22); mata nativa (MN) e pastagem nativa sem descarte (P0). Para as avaliações foram realizadas quatro coletas, uma em cada estação do ano (setembro/2011, dezembro/2011, junho/2012 e março/2012). Em cada coleta foram amostrados 9 pontos por área, com espaçamento de 30 metros entre cada ponto. A fauna edáfica foi amostrada através do método do Berlese para mesofauna e método do monólito-TSBF para a macrofauna. Foram realizadas avaliações de alguns atributos físicos e químicos de cada ponto, utilizados como variáveis explicativas. A riqueza, abundância, índices ecológicos de Shannon e Berger-Parker foram calculados e relacionados com as áreas por análise de componentes principais (ACP). Utilizou-se a curva de resposta principal (CRP) para observar o comportamento das áreas para densidade da fauna edáfica ao longo do tempo e análise de redundância (ADR) para compor o

grupo de atributos que explicou a variabilidade dos grupos da fauna edáfica em cada época de amostragem. A ACP foi eficiente para apontar a relação entre as áreas e os índices ecológicos. A MN, quando comparada às áreas P0, P17, P5, M9, M22 e P22, e a P22 comparada às áreas P0, P17, P5, M9 e M22, se mostraram mais estáveis quanto ao comportamento da densidade dos organismos de maior peso (Bk) ao longo do tempo pela CRP. A umidade, macroporosidade na profundidade de 0-5 cm, Ca/Mg e MO o do solo foram as variáveis explicativas de maior correlação com a ocorrência de grupos da mesofauna pela ADR. Os atributos MO e Cu foram variáveis explicativas significativas na ADR para as duas metodologias considerando todas as épocas de coleta.

Palavras-chave: Dejeto de suíno. Cama de aves. Estatística Multivariada. Invertebrados do Solo.

ABSTRACT

SCHNEIDER, Luciana Ferro. Soil fauna in areas with different management and timing of disposal of animal waste in western Santa Catarina. In 2013. 143 f. Dissertation (MSc in Land Management - Area: Soil Biology and Natural Resources.). University of the State of Santa Catarina. Post-Graduate Program in Agricultural Sciences, Lages, 2013.

The swine and poultry activities are prominent in southern Brazil, but they are questioned the environmental point of view of the production of large amounts of waste, dumped directly into the environment and handled incorrectly can cause pollution. The study aims to evaluate the relationships and interference of disposal of animal waste over time, associated with different management, the dynamics of macro and meso soil fauna in a Alfisoil Concordia / SC. The seven areas used for the study were differentiated by the following management systems: corn silage with 9 years of disposal of animal waste (M9), corn silage with 22 years of disposal (M22), ryegrass pasture with five years of disposal (P5), ryegrass pasture with 17 years of disposal (P17); perennial pasture with 22 years of disposal (P22); native forest (NF) and native pasture without disposal (P0). For the evaluations were collected four times, once in each season of the year (September/2011, December/2011, March/2012 and Jun/2012). In each collection were sampled 9 points per area, with spacing of 30 meters between each point. The soil fauna was sampled by Berlese method for mesofauna and monolith-TSDF method for macrofauna. Assessments were conducted of some physical and chemical attributes of each point used as explanatory variables. The richness, abundance, Shannon index and Berger-Parker were calculated and related areas by principal component analysis (PCA). It was used the response curve page (PCA) to observe the behavior of density areas of soil fauna over time and redundancy analysis (RDA) to form a group of attributes that explain the variability of groups in each of soil fauna sampling time. The PCA has been efficient to point the relationship between the areas and ecological indices. The MN, when

compared to areas P0, P17, P5, M9, M22, and P22, P22 and P0 compared to the areas, P17, P5, M9 and M22 were more stable the behavior of the density of heavier bodies (Bk) over time for PRC. Moisture, macroporosity in the 0-5 cm depth, Ca / Mg and OM the soil were the explanatory variables most correlated with the occurrence of groups of mesofauna by RDA. The Attributes, MO and Cu, were significant explanatory variables in RDA for both methodologies considering all sampling times.

Keywords: Swine waste. Poultry litter. Multivariate Statistics. Soil invertebrates

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Caracterização quanto à cor úmida e granulometria de um solo submetido a diferentes sistemas de uso e tempos de aplicação de fertilizantes de suínos e aves.....	41
Tabela 2 -	Características das áreas estudadas sob diferentes manejos e tempos de descarte de resíduos animais em um Nitossolo Vermelho Eutrófico de Concórdia, SC.....	44
Tabela 3 -	Características das áreas estudadas sob diferentes manejos e tempos de descarte de resíduos animais em um Nitossolo Vermelho Eutrófico de Concórdia, SC.....	50
Tabela 4 -	Médias da umidade gravimétrica do solo na profundidade 0-10 cm, para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico de Concórdia, SC, em quatro estações do ano.....	51
Tabela 5 -	Médias da porosidade do solo na profundidade 0-5 cm, para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC.....	52
Tabela 6 -	Porosidade do solo na profundidade 5-10 cm, para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC.....	53
Tabela 7 -	Médias dos atributos Ca/Mg, Zn, Mn, MO, umidade gravimétrica do solo na profundidade 0-10 cm, macroporosidade do solo na profundidade 0-5 cm (Ma0-5) para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em setembro de 2011 (Primavera).....	61
Tabela 8 -	Médias da densidade de organismos m ⁻² para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em setembro de 2011 (Primavera).....	62

Tabela 9 -	Médias dos atributos Cu, Mn, pH-H ₂ O, umidade gravimétrica do solo na profundidade 0-10 cm, macroporosidade 0-5 cm (Ma0-5), microporosidade 0-5 cm (Mi0-5) para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em dezembro de 2011 (Verão).....66
Tabela 10 -	Médias da densidade de organismos m ⁻² para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em dezembro de 2011 (Verão).....67
Tabela 11 -	Médias dos atributos Cu, P, pH-H ₂ O e MO para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em março de 2012 (Outono).....70
Tabela 12 -	Médias da densidade de organismos m ⁻² para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em março de 2012 (outono).....71
Tabela 13 -	Médias dos atributos Zn, Ca, Fe, Cu, Ca/Mg, MO, Umidade e Ma0-5 para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em três épocas de coleta (estações do ano).....75
Tabela 14 -	Médias da densidade de organismos m ⁻² para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados três estações do ano, primavera 2011, verão e outono 2012.....76
Tabela 15 -	Média da Riqueza, Abundância, Diversidade, Equitabilidade e Dominância da Mesofauna Edáfica nas áreas com diferentes manejos e tempos de descarte de resíduos animais em Concórdia, SC, em três estações do ano. (Método de coleta: Berlese).....79

Tabela 16 -	Médias dos atributos Ca, Ca/Mg, Mn e MO para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em setembro de 2011 (Primavera).....	88
Tabela 17 -	Médias da densidade de organismos da macrofauna edáfica m^{-2} para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em setembro de 2011, primavera.....	89
Tabela 18 -	Médias dos atributos Cu, Mn, CC5-10 (umidade na Capacidade de Campo na profundidade 5-10 cm), Mi5-10, Umidade e Ma0-5 para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em dezembro de 2011 (verão).....	93
Tabela 19 -	Médias da densidade de organismos da macrofauna edáfica m^{-2} para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em dezembro de 2011, verão.....	94
Tabela 20 -	Médias dos atributos Zn, K e MO para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em março de 2012 (Outono)	98
Tabela 21 -	Médias da densidade de organismos da macrofauna edáfica m^{-2} para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em março de 2012 (outono).....	99

Tabela 22 -	Médias dos atributos Cu, pH-H ₂ O e Macroporosidade na profundidade 5-10 cm, para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em junho de 2012 (inverno).....	102
Tabela 23 -	Médias da densidade de organismos da macrofauna edáfica m ⁻² para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em junho de 2012, inverno.....	103
Tabela 24 -	Médias dos atributos K, Cu, Ca, MO, Capacidade de campo na profundidade 5-10 ccm (CC5-10), Ma5-10 para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em quatro épocas de coleta (primavera, verão, outono e inverno).....	107
Tabela 25 -	Médias da densidade de organismos da macrofauna edáfica m ⁻² para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em setembro/11, dezembro/11, março/12 e junho/12.....	108
Tabela 26 -	Média da Riqueza, Abundância, Diversidade, Equitabilidade e Dominância da Macrofauna Edáfica nas áreas com diferentes manejos e tempos de descarte de resíduos animais em Concórdia, SC, em quatro estações do ano. (Método de coleta: Monólito-TSBF).....	111

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Localização geográfica de Concórdia, SC.....	39
Figura 2 -	Imagen aérea, com destaque à posição e delimitação das áreas: Pastagem com 22 anos de descarte de resíduos (P22) e da Mata Nativa (MN).....	42
Figura 3 -	Imagen aérea, com destaque à posição e delimitação da área: Cultivo de Milho com 22 anos de descarte de resíduos de animais.....	42
Figura 4 -	Imagen aérea, com destaque à posição e delimitação das áreas: cultivo de milho para silagem com 9 anos de descarte de resíduos animais, sem utilização de adubação mineral (M9); pastagem azevém com 5 anos de descarte, sem utilização de adubação mineral (P5); pastagem azevém com 17 anos de descarte, sem utilização de adubação mineral (P17); e pastagem nativa sem descarte (P0).....	43
Figura 5 -	Modelo do grid amostral utilizado nas coletas do solo em Concórdia, SC.....	44
Figura 6 -	Extração da mesofauna à campo, através do método Berlese, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico, em Concórdia-SC: a) cilindo de aço inoxidável; b) cilindro com o solo extraído; c) solo acondicionado em saco plástico; d/e) estante com as amostras; f) lupa utilizada para a classificação dos	47
Figura 7 -	Extração da macrofauna à campo, através do método do Monólito-TSBF, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico, de Concórdia-SC: a) quadrado de aço inoxidável; b) quadrado de aço inoxidável com o monólito de solo; c) monólito de solo extraído.....	48

Figura 8 -	Curvas de Resposta Principal do efeito dos diferentes manejos e tempos de descarte de resíduos animais (MN, P22, M9, M22, P5, P17 e P0 com descrição e histórico referenciados na Tabela 2), em três épocas de coleta sobre a densidade de grupos da mesofauna do solo (Cdt – Coeficiente canônico padronizado da RDA parcial) e o peso dos grupos da mesofauna do solo (Bk) no município de Concórdia,SC.....	56
Figura 9 -	Análise de redundância (ADR) entre a densidade da mesofauna do solo, teor de manganês (Mn), zinco (Zn), matéria orgânica (MO), Umidade (Umid) e Macroporos na profundidade de 0-5 cm (Ma0-5), em setembro de 2011 (Primavera) nas áreas estudadas.....	60
Figura 10 -	Análise de redundância (ADR) entre a densidade da mesofauna do solo, teor de manganês (Mn), cobre (Cu), pH-H ₂ O, Umidade (Umid) e Macroporos na profundidade de 0-5 cm (Ma0-5), microporos na profundidade 0-5 cm (Mi0-5), em dezembro de 2011 (Verão) nas áreas estuda.....	65
Figura 11-	Análise de redundância (ADR) entre a densidade da mesofauna do solo, teor de Cu (Cobre), pH-H ₂ O (pH em água), matéria orgânica (MO) e Fósforo (P) em março de 2012 (Outono) nas áreas estudadas.....	69
Figura 12 -	Análise de redundância (ADR) entre a densidade da mesofauna do solo, teor de Zinco (Zn), Cobre (Cu), matéria orgânica (MO), Umidade (Umid) e Macroporos 0-5 cm (Ma), Fe (Ferro) e Ca (Calcio) em três épocas de amostragem (Primavera, Verão e Outono) nas áreas estud.....	74
Figura 13 -	Relação entre o Eixo 1 e Eixo 2 na análise de componentes principais (ACP) para índices ecológicos dos grupos da mesofauna edáfica nas áreas M9, P5, M22, P17, P0, P22 e MN. Concórdia, SC, em três estações do ano (primavera, verão e outono).....	78

Figura 14 -	Curvas de Resposta Principal do efeito dos diferentes manejos e tempos de descarte de resíduos animais (MN, P22, M9, M22, P5, P17 e P0 com descrição e histórico referenciados na Tabela 2), em quatro épocas de coleta sobre a densidade de grupos da macrofauna do solo (Cdt – Coeficiente canônico padronizado da RDA parcial) e o peso dos grupos da macrofauna do solo (Bk) no município de Concórdia, SC.....	82
Figura 15 -	Análise de redundância (ADR) entre a densidade da macrofauna do solo, teor de matéria orgânica (MO), Manganês (Mn), Ca (Calcio) e Ca/Mg em setembro de 2011 (Primavera) para as áreas estudadas. (MN, P22, M9, M22, P5, P17 e P0 com descrição e histórico referenciados na Tabela 2).	87
Figura 16 -	Análise de redundância (ADR) entre a densidade da macrofauna do solo, Microporos na profundidade de 0-5 cm (Mi0-5), Capacidade de campo 5-10 cm (CC5-10 cm), Umidade, Macroporos 0-5 cm (Ma0-5), Mn e Cu em dezembro de 2011 (verão).....	91
Figura 17 -	Análise de redundância (ADR) entre a densidade da macrofauna do solo, teor de matéria orgânica (MO), Potássio (K) e Zn (Zinco) em março de 2012 (outono) para as áreas estudadas.....	97
Figura 18 -	Análise de redundância (ADR) entre a densidade da macrofauna do solo, teor de Cobre (Cu), pH-H ₂ O (pH em água) e Ma5-10 em junho de 2012 (inverno) para as áreas estudadas.....	101
Figura 19 -	Análise de redundância (ADR) entre a densidade da macrofauna do solo, teor de matéria orgânica (MO), Calcio (Ca), Potássio (K), Capacidade de Campo 5-10 cm (CC5-10), Cobre (Cu) em quatro estações do ano (setembro/11, dezembro/11, março/12 e junho/12) para as áreas estudadas.....	106

Figura 20 - Relação entre o Eixo 1 e Eixo 2 na análise de componentes principais (ACP) para índices ecológicos dos grupos da macrofauna edáfica nas áreas M9, P5, M22, P17, P0, P22 e MN. Concórdia, SC, em quatro estações do ano (primavera, verão, outono e inverno).....110

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	23
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	25
2.1 SUINOCULTURA NO BRASIL E EM SANTA CATARINA....	25
2.2 RESÍDUOS DA SUINOCULTURA NO SOLO E NO MEIO AMBIENTE.....	25
2.3 AVICULTURA NO BRASIL E EM SANTA CATARINA.....	25
2.4 RESÍDUOS DA AVICULTURA NO SOLO E MEIO AMBIENTE.....	25
2.5 MANEJO DOS SOLOS AGRÍCOLAS.....	30
2.6 FAUNA EDÁFICA.....	31
2.6.1 Macrofauna edáfica.....	32
2.6.2 Mesofauna edáfica.....	34
2.6.3 Fauna edáfica como indicador da qualidade do solo.....	35
2.7 ANÁLISE DA FAUNA EDÁFICA.....	37
2.7.1 Índices ecológicos.....	37
2.8 HIPÓTESES.....	38
2.9 OBJETIVO.....	38
2.9.1 Objetivos específicos.....	38
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	39
3.1 ÁREA OBSERVACIONAL.....	39
3.1.1 Localização e clima.....	39
3.1.2 Solo.....	40
3.1.3 Áreas observadas.....	40
3.2 AMOSTRAGEM DO SOLO.....	43
3.3 AMOSTRAGEM DA FAUNA EDÁFICA.....	46

3.3.1 Método Berlese.....	46
3.3.2 Método Monólito - TSBF.....	47
3.4 CARACTERÍSTICAS DO TEMPO NAS ÉPOCAS DE COLETA.....	49
3.5 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO.....	49
3.6 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO SOLO.....	51
3.6.1 Umidade gravimétrica.....	51
3.6.2 Porosidade do solo.....	52
3.7 TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS.....	53
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	55
4.1 MESOFAUNA EDÁFICA – MÉTODO DO BERLESE.....	55
4.1.1 Análise da Curva de Resposta Principal (CRP) para comunidade de invertebrados da mesofauna edáfica em diferentes épocas de amostragem.....	55
4.1.2 Análise de redundância (ADR) para comunidade de invertebrados da mesofauna edáfica e de alguns atributos químicos e físicos do solo em setembro de 2011 (primavera).....	58
4.1.3 Análise de redundância (ADR) para comunidade de invertebrados da mesofauna edáfica e de alguns atributos químicos e físicos do solo em dezembro de 2011 (verão).....	63
4.1.4 Análise de redundância (ADR) para comunidade de invertebrados da mesofauna edáfica e de alguns atributos químicos e físicos do solo em março de 2012 (outono).....	68
4.1.5 Análise de redundância (ADR) da comunidade de invertebrados da mesofauna edáfica e de alguns atributos químicos e físicos do solo em três estações do ano.....	72
4.1.6 Índices ecológicos para mesofauna edáfica.....	77
4.2 MACROFAUNA EDÁFICA – MÉTODO DO MONÓLITO TSBF.....	81

4.2.1 Análise da Curva de Resposta Principal (CRP) para comunidade de invertebrados da macrofauna edáfica e quatro diferentes épocas de amostragem.....	81
4.2.2 Análise de redundância (ADR) para comunidade de invertebrados da macrofauna edáfica e de alguns atributos químicos e físicos do solo em setembro de 2011 (primavera).....	85
4.2.3 Análise de redundância (ADR) para comunidade de invertebrados da macrofauna edáfica e de alguns atributos químicos e físicos do solo em dezembro de 2011 (verão).....	90
4.2.4 Análise de redundância (ADR) para comunidade de invertebrados da macrofauna edáfica e de alguns atributos químicos e físicos do solo em março de 2012 (outono).....	95
4.2.5 Análise de redundância (ADR) para comunidade de invertebrados da macrofauna edáfica e de alguns atributos químicos e físicos do solo em junho de 2012 (inverno).....	99
4.2.6 Análise de redundância (ADR) para comunidade de invertebrados da macrofauna edáfica e de alguns atributos químicos e físicos do solo em quatro estações do ano.....	104
4.2.7 Índices ecológicos para macrofauna edáfica.....	109
5 CONCLUSÕES.....	113
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	114
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	115
APÊNDICES.....	134
ANEXOS.....	138

1 INTRODUÇÃO

Em Santa Catarina, especialmente na região oeste do Estado, a suinocultura e a avicultura são atividades tipicamente realizadas em pequenas propriedades rurais com agricultura familiar diversificada (SCHERER et al., 2010). O rebanho efetivo de aproximadamente 5,5 milhões de cabeças de suínos produz diariamente de 38.500 m³ de dejetos que devem ser reciclados, tratados e depositados adequadamente em áreas agricultáveis (SCHERER et al., 2009).

As alternativas de utilização dos dejetos de suínos e cama de aves mais praticada em Santa Catarina são as integrações com produção de grãos e forragens para bovinos de corte e de leite. A Região Sul do Brasil, com características diversas, certamente terá que adequar sistemas próprios para a suas condições e vocação produtiva dos criadores.

Sabe-se que a produção de suínos e aves em Santa Catarina está se concentrando em menor número de produtores que, ao longo da evolução econômica, conseguiram se adequar às mudanças tecnológicas. Nesse sentido, houve um processo de exclusão econômica de agricultores familiares que detinham a produção de suínos e aves, porém não se adequaram ao novo sistema produtivo imposto pela indústria e deixaram de praticar tais atividades, a maioria com dívidas pelos investimentos financiados.

A baixa rentabilidade da produção de suínos observada ao longo dos anos, por exemplo, reduziu a capacidade de investimento dos produtores para adequação do sistema de manejo, tratamento e utilização dos resíduos. Nesse sistema de produção em que, o dejeito é líquido, com alta diluição, alto custo de transporte, portanto inviável economicamente uso em longas distâncias e praticado em pequenas propriedades, uma baixa remuneração da atividade acarreta sérios problemas ambientais e sociais.

A criação de aves na região sul do Brasil, também caracterizada pela produção em pequenas propriedades, os estercos são adicionados ao solo em doses superiores à capacidade de suporte do mesmo, passando de fertilizante a poluente ambiental.

O manejo intensivo das áreas agrícolas e resíduos animais inadequadamente usados podem constituir-se em fatores negativos de impacto ambiental. Segundo Rocha (2006), as perturbações antrópicas que são impostas aos sistemas naturais levam à desestruturação do conjunto das condições ideais para muitos organismos, que podem responder de diversas maneiras, desde com indiferença até a eliminação total.

Os invertebrados do solo são componentes importantes dos ecossistemas nativos e sensíveis às mudanças do habitat (BROMHAM et al. 1999). A fauna edáfica, além de muito afetada pelas práticas agrícolas, apresenta relação com as características físico-químicas e da matéria orgânica, podendo ser utilizada como indicadora de qualidade do solo, possibilitando uma avaliação rápida, fácil e econômica, que a torna uma ferramenta na avaliação e monitoramento da qualidade do solo (AQUINO et al., 2008).

O uso da terra, e em particular a intensidade de uso, é considerada um dos fatores determinantes da abundância e da riqueza de populações dos organismos do solo (HUISING, 2010).

O manejo do solo e o descarte de resíduos animais é um problema sério e largamente reconhecido no mundo. A estimativa precisa e confiável do seu impacto ambiental e os prejuízos econômicos decorrentes desse manejo, nem sempre são facilmente estimados. Assim, pesquisas sob condições observacionais de campo, foco do presente trabalho, são necessárias para dimensionar o efeito na fauna do solo quando adotado diferentes sistemas de manejo e tempos de descarte de resíduos animais, visando identificar indicadores ambientais que possam auxiliar na solução do problema.

Nesse trabalho será relatado um estudo observacional sobre fauna edáfica, realizado em sete manejos empregados ao solo, com diferentes tempos de descarte de resíduos animais (suínos e aves) em Concórdia, Santa Catarina.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SUÍNOCULTURA NO BRASIL E EM SANTA CATARINA

A suinocultura brasileira vem demonstrando vigoroso crescimento na última década. Atualmente o país é o terceiro maior produtor e o quarto maior exportador de suínos do mundo, responsável por 3% da produção mundial e, após crescimento de 275% nas exportações no período 2000-2009, por 11% do comércio internacional em 2012. Santa Catarina é responsável por 25,1% do total de suínos produzidos no Brasil, se destacando nessa atividade produtiva. Os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, somados representam 61,4% da produção de suínos do país (ABIPECS, 2012).

A evolução da suinocultura no país atinge a cadeia produtiva como um todo, da genética à gestão de negócios, passando, é claro, pela nutrição, instalação, sanidade, manejo e práticas ambientalmente corretas. Envolve, indistintamente, criadores, indústrias, distribuidores e consumidores. Até meados do século passado os criadores eram independentes, com rebanhos de pequeno porte, pouco afeitos a parcerias, sendo raros os vínculos legais entre criadores e indústria (ACCS, 2008).

A baixa rentabilidade observada nos últimos anos reduziu a capacidade de investimento dos produtores para a adequação do sistema de manejo, tratamento e utilização dos efluentes em relação às exigências da Legislação Ambiental. A insuficiência da renda da operação agrícola excluiu cerca de 40% dos suinocultores na última década, sendo responsável pelo empobrecimento e pelo êxodo rural da região. Estudos prospectivos indicam que, em curto prazo, haverá redução do número de criadores, aumento da escala de produção e da eficiência reprodutiva do sistema em todas as regiões, redução da idade de abate mediante emprego de novas tecnologias e de técnicas gerenciais de expansão para novas fronteiras, provocando maior pressão sobre os recursos naturais, maior demanda por água e maior emissão de dejetos e gases poluentes (OLIVEIRA et al., 2006).

Nessa lógica, Santa Catarina (SC) vem acompanhando a tendência internacional, concentrando a geração de efluentes em áreas cada vez mais restritas e aumentando a pressão sobre os

recursos naturais de uma atividade tipicamente desenvolvida em regime de pequenas propriedades e situada em áreas com relevo acidentado, onde somente 22% da superfície possui aptidão para ser utilizada na agricultura mecanizada (OLIVEIRA et al., 2006).

2.2 RESÍDUOS DA SUINOCULTURA NO SOLO E MEIO AMBIENTE

A proposta inicial tecnológica da suinocultura desconsiderava o impacto ambiental dos efluentes. Mas, a partir de 1992, com o advento da Rio-92, as fundações ambientais estaduais estabeleceram regulamentos e começaram uma fiscalização mais efetiva sobre a poluição decorrente da suinocultura e avicultura.

Segundo Gonçalves Junior et al. (2008) os dejetos de suínos são resultado da mistura de fezes, urina, água das lavagens das baías, sobras das rações, pó e pelos dos animais. As frações destes elementos podem variar de acordo com o sistema e fase de criação.

Os resíduos orgânicos como estercos e dejetos, podem conter altas concentrações de metais pesados, maiores, às vezes, que os solos agrícolas, e o uso contínuo desses resíduos podem aumentar as quantidades totais de cobre (Cu), zinco (Zn), chumbo (Pb), cádmio (Cd), ferro (Fe) e manganês (Mn) nos solos (MATTIAS, 2006).

O dejeito de suíno apresenta concentrações elevadas de fósforo (P), elemento importante para nutrição das plantas e biota quando o solo é deficiente, mas também pode ser um poluente, quando transferido aos mananciais de água superficial e, ou sub superficial (BERWANGER et al., 2008). McDowell et al. (2001) ressaltam que aplicações frequentes de fertilizantes fosfatados em doses superiores àquelas perdidas (colheitas e erosão) podem incrementar a biodisponibilidade de P a ponto de ultrapassar os limites toleráveis pelo ambiente.

O sistema de produção intensivo e sob confinamento gera volume expressivo de dejetos, que geralmente se apresenta na forma líquida e possui grande potencial poluente do solo e dos mananciais, por alta demanda biológica de oxigênio (SOUZA et al., 2009), pela presença dos elementos acima citados e

outros contaminantes, como coliformes fecais e antibióticos (OLIVEIRA, 1993). A elevada concentração de nutrientes das rações dos animais gera dejetos ricos em nutrientes (KONZEN, 2003).

Na utilização de dejetos líquido de suínos, é preciso compartilhar o seu necessário descarte com os interesses à nutrição de plantas e qualidade ambiental (CERETTA et al., 2005). Os dejetos de suínos apresentam os nutrientes essenciais às plantas (CQFS-RS/SC, 2004), motivando o seu uso como adubo. Essa tem sido a principal forma de disposição final desse resíduo nas propriedades produtoras de suínos, que, com isso reduzem a dose e o custo da aquisição de adubos comerciais. É nesse sentido que muitos estudos científicos tem focado os seus objetivos, na produtividade.

Os dejetos podem ser considerados fertilizantes não balanceados, pois é praticamente impossível ajustar as diferenças entre as necessidades das plantas (quantitativa e temporalmente) e a oferta dos nutrientes pelo solo, ar e água. Neste sentido percebe-se um descompasso entre a quantidade de dejetos descartados no solo e o que as culturas retiram do mesmo. Esse não-balanceamento pode ser minimizado com o uso de fertilizantes industriais ou rotação de culturas, porém, há excesso daqueles cuja disponibilidade via solo já é suficiente para alta produtividade, como é o caso de zinco e cobre, além de cada resíduo, de cada propriedade ser diferente em sua composição (BERWANGER et al., 2008).

A utilização de sistemas intensivos de produção, seja para suínos, aves ou bovinos, em áreas cada vez menores, visando uma produção em larga escala, tem ocasionado problema no descarte do resíduo produzido, os quais podem ser potencialmente poluidores dos recursos naturais (KONZEN, 2003).

A suinocultura é definida por órgãos ambientais como sendo uma atividade com potencial poluidor, devido a quantidade de elementos poluidores contidos em seus efluentes, cuja forma individual ou integrada representa uma fonte de degradação dos recursos naturais (SANTOS, 2010). De uma forma geral, estima-se que um suíno (na faixa de 16 a 100 kg de peso vivo) produz de 8,5 a 4,9% de seu peso corporal em urina mais fezes diariamente (JELINECK, 1997).

Por outro lado, se já existem alertas sobre os riscos ambientais do uso descompassado, excessivo e continuado de dejetos de animais no solo (SEGANFREDO, 2011), ainda são poucos os estudos que avaliam o impacto dessa prática na fauna edáfica. Nesse sentido, trabalhos ainda precisam ser realizados para apontar qual a forma de descarte do resíduo de animais confinados é adequada para não prejudicar o ambiente.

2.3 AVICULTURA NO BRASIL E EM SANTA CATARINA

A avicultura brasileira emprega 3,6 milhões de pessoas, direta e indiretamente e responde por quase 1,5% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional. A atividade possui presença maciça no interior do país, principalmente nos estados do Sul e Sudeste. Em 2011 a produção brasileira atingiu a marca histórica de 13,058 milhões de toneladas, garantindo ao Brasil uma posição entre os três maiores produtores mundiais de carne de frango, com Estados Unidos e China (UBABEF, 2013).

Santa Catarina disputa com o Paraná a posição de maior produtor e exportador nacional de aves, com mais de 10 mil avicultores num setor que emprega diretamente 40 mil pessoas. A avicultura catarinense responde por 2,5% da produção do planeta e detém 8% dos negócios mundiais de frango. As empresas com matriz no Estado atendem 60% do mercado interno e participam com 70% das exportações brasileiras (EPAGRI, 2012).

O principal sistema produtivo da avicultura é a integração entre produtores e frigoríficos, sendo que no Brasil essa forma de produção compreende 90% do total da atividade industrial de produção de aves (UBABEF, 2013).

Organizada por esse sistema, a cadeia avícola industrial demanda ‘parceira’ de muitas famílias agricultoras e gera alta dependência de insumos externos às propriedades. Em defesa do ‘status’ sanitário e do aumento de produtividade, esse sistema tem exigido do produtor integrado frequentes investimentos em melhorias tecnológicas: galpões climatizados ou automatizados, por exemplo, e o cumprimento de algumas normas de ordem restritiva, como a proibição da criação de animais de estimação e para o consumo doméstico e o ‘controle’ de visitas entre agricultores (MENEZES, 2005).

2.4 RESÍDUOS DA AVICULTURA NO SOLO E MEIO AMBIENTE

A exploração de frangos de corte constitui a segunda fonte mais importante de emissão de poluentes agrícolas no oeste de Santa Catarina. No entanto diferenciam-se do problema representado pelos dejetos suínos, face ao sistema de armazenagem no próprio local em que é produzido (cama de aviário) e pela facilidade de transporte e incorporação ao solo. No entanto, esses não devem ser desconsiderados, em função do seu expressivo volume, poder poluente (patógenos, minerais) e alta relação carbono; nitrogênio (>25) necessitando de adequado tratamento (SILVA; ZAMPARETTI, 2006).

A cama de aviário é constituída por um material com a função, entre outras, de absorver umidade sem empastar, liberar facilmente para o ar a umidade absorvida, ter baixa condutividade térmica, boa capacidade de amortecimento, baixo custo e disponibilidade. Os materiais mais comuns são: maravalha, casca de arroz, sabugo de milho, capins e serragens. Cada um desses materiais vai determinar uma característica diferente à cama a ser manejada. Ela também contém fezes, urina, restos de ração, penas e outros materiais em pequenas quantidades (AVILA et al., 2007).

Por essa dinâmica na constituição da cama de aves, ocorre que cada cama, de cada propriedade, possui concentrações diferentes de nutrientes no resíduo. Sabe-se que do nitrogênio total ingerido pelas aves, apenas 45% é retido como proteína, assim o excesso de proteína nas rações contribui para aumentar o teor de nitrogênio (N) na cama (CAUWENBERGHE; BURNHAM, 2001). As rações para aves são constituídas basicamente de alimentos de origem vegetal que apresentam a maior parte do fósforo não sintetizado pelo aparelho digestório, tornando-se necessária a adição de quantidades elevadas de fonte de fósforo (P) inorgânico para suprir as exigências dos animais, o que aumenta, consequentemente, o teor de fósforo nas excretas das aves (SILVA et al., 2006). Nesse sentido esses nutrientes são depositados no solo das propriedades agrícolas sem o devido cuidado de realizar estudos químicos desse descarte.

A cama do aviário é uma fonte de nutrientes para as culturas das regiões produtoras de aves confinadas, pode substituir uma parcela dos fertilizantes inorgânicos utilizado na agricultura nesses locais. De acordo com dados do IBGE (2007), o rebanho brasileiro é composto por aproximadamente 822 milhões de aves, o que resulta em uma produção anual estimada em 3,3 milhões de toneladas de cama (FAO, 2010). Muitas vezes esses estercos são tidos como resíduos com grande capacidade de poluição ambiental se forem administrados de forma inadequada.

2.5 MANEJO DOS SOLOS AGRÍCOLAS

A expressão ‘manejar o solo’ significa aplicar-lhe um conjunto de operações e procedimentos visando torná-lo apto para o desenvolvimento pleno de uma cultura. Tais operações e procedimentos vão desde a sistematização do terreno, a aplicação de corretivos e fertilizantes, o preparo mecânico, a semeadura, os tratos culturais, a colheita, o tratamento dos resíduos vegetais e a adoção de práticas de conservação do solo (HUDSON, 1995).

A qualidade do solo no sistema de integração agricultura-pecuária depende do sistema de manejo do solo e da pastagem. A integração agricultura-pecuária para produção de grãos na primavera/verão e cultivo de pastagens para o gado no outono/inverno é prática comum no sul do Brasil (COSTA, 2009). Nesse sentido, não somente a adubação desbalanceada, mas também a forma de manejo pode afetar a qualidade do solo.

A semeadura das culturas de inverno e verão é realizada tanto no sistema de plantio direto como no sistema de preparo convencional (BACALTCHUK, 2005). O sistema de plantio direto, além de não revolver o solo, mantém os resíduos vegetais na superfície, aumenta o teor de matéria orgânica (BAYER; MIELNICZUK, 1997), a estabilidade dos agregados (CAMPOS et al., 1995) e preserva a qualidade da estrutura do solo (CARPENEDO; MIELNICZUK, 1990), com reflexo na redução da erosão hídrica e da poluição do ambiente.

Em grande parte das lavouras anuais produtoras de grãos dos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, o sistema plantio direto não está sendo adotado e conduzido de

acordo com as recomendações mínimas que o viabilizou como ferramenta da agricultura conservacionista no Brasil (DENARDIN, 2008).

O manejo de sistemas agropecuários, com uso de coberturas vegetais, tem mostrado benefícios para a sustentabilidade e a manutenção das propriedades do solo (SILVA et al., 2008). Todavia, poucos estudos foram conduzidos para avaliar os benefícios desses manejos com relação na dinâmica nas comunidades de invertebrados do solo.

Sabe-se que a sustentabilidade de um ecossistema pastoril é dependente da integração de vários fatores, dentre eles o solo com seus aspectos físicos, químicos e biológicos que irão propiciar o adequado crescimento e desenvolvimento das plantas, refletindo no desempenho animal. No entanto, nos sistemas atuais de produção animal, pouca importância tem sido dada a este aspecto, e vem ocorrendo crescente perda de fertilidade dos solos. Com a degradação das áreas de pastagens, altera-se a qualidade e a quantidade de matéria orgânica dos solos (LENZI, 2012).

Trabalhos como Baretta et al. (2003); Brown et al. (2003) e Alves et al. (2008) destacam como o manejo agrícola e as práticas agrícolas podem afetar a biota do solo. Para a manutenção da qualidade do solo e da sustentabilidade de seu uso é fundamental que a abundância e diversidade de espécies da macro e meso fauna edáfica sejam promovidas.

2.6 FAUNA EDÁFICA

Fauna edáfica ou fauna do solo é o termo que se usa quando se quer referenciar uma comunidade de invertebrados que vive permanentemente ou que passa parte da vida dele, ou um ciclo de desenvolvimento, no solo. Os organismos que compõem a fauna do solo possuem ampla variação quanto ao diâmetro e tamanho (AQUINO; CORREIA, 2005). Sendo importante na manutenção da cadeia alimentar e no fluxo de energia, pois interfere diretamente na decomposição dos resíduos orgânicos do solo (SILVA et al., 2011).

Existem diferentes formas de classificar a biota do solo. O tamanho corporal é o critério mais utilizado, pois apresenta alguma relação com o tamanho do tubo digestivo e do aparelho

bucal. Aspectos como mobilidade, hábito alimentar e função que desempenham no solo também são levados em consideração. A forma de classificação mais utilizada abrange a separação da fauna edáfica a partir de seu diâmetro: microfauna (< 0,2 mm de diâmetro), mesofauna (0,2 – 2,0 mm de diâmetro) e macrofauna (> 2,0 mm de diâmetro) (SWIFT et al., 1979). Outra classificação refere-se à funcionalidade da fauna do solo, a qual então é dividida em: engenheiros do ecossistema, decompositores e micropredadores (LAVELLE et al., 1994).

2.6.1 Macrofauna edáfica

A macrofauna do solo inclui organismos invertebrados maiores que 10 mm de comprimento tais como minhocas (Oligochaeta), centopeias (Diplopoda), cupins (Isoptera), formigas (Hymenoptera - Formicidae), aracnídeos (Araneae), grilos (Orthoptera), besouros (Coleópteros) em estado larval e adulto, entre outros organismos menos frequentes (LAVELLE et al., 1997) e/ou diâmetro corporal maior que 2 mm (SWIFT et al., 1979). Segundo Aquino et al. (2008) esses organismos atuam no conjunto serrapilheira-solo em pelo menos um estádio do seu ciclo biológico completo. Estes organismos exercem as mais variadas funções, modificando as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (SWIFT et al., 1979).

As comunidades da macrofauna do solo compreendem geralmente entre 15 a 18 grupos taxonômicos com grande contraste ecológico entre elas (BARROS et al., 2008).

De acordo com Nüsslein; Tiedje (1999), os macro invertebrados do solo também são chamados de 'engenheiros do solo' por atuarem no funcionamento, formação e estruturação do solo. Os grupos como cupins, alguns besouros, formigas e minhocas tem as mesmas funções dos detritívoros, fragmentando o material vegetal e facilitando a ação decompositora dos microrganismos. Esses organismos agem como um componente essencial no processo de ciclagem de nutrientes nos ecossistemas, e sua atuação na dinâmica da decomposição da matéria orgânica, influenciam vários níveis da cadeia trófica.

As minhocas são importantes organismos do solo, sua nutrição é baseada principalmente em restos vegetais em

decomposição proveniente da liteira, de troncos mortos, e de fezes de animais, misturados com quantidades variáveis de terras, mas nunca ingerem material vegetal vivo, a menos que o solo não tenha matéria orgânica suficiente (PASCHOAL et al., 1992), promovem intensa movimentação de solo, as minhocas, juntamente com cupins, besouros e formigas, foram denominadas ‘engenheiros do ecossistema’ (LAVELLE, 1988).

O grupo Diplopoda são os maiores consumidores de fragmentos orgânicos em florestas temperadas e tropicais onde alimentam-se predominantemente de material vegetal morto (COLEMAN; CROSSLEY, 1996).

Os cupins ou térmitas (Isoptera), embora conhecidos como pragas de madeira e outros materiais celulósicos, são também elementos importantes da fauna de solos em ecossistemas tropicais, sua habilidade incomum de digerir celulose permite que eles se apropriem de uma parcela considerável do fluxo de energia do sistema (MOREIRA, 2008).

As formigas (Hymenoptera) são importantes em processos no solo por meio de alterações na estrutura física e química do solo, e mediante seus efeitos nas plantas, nos microrganismos e outros organismos do solo, revolvem grandes quantidades de solo de horizontes profundos para a superfície, e a rede de galerias e câmaras dos formigueiros aumenta a drenagem e porosidade do solo reduzindo sua densidade (FOLGARAIT, 1998). Apresentam alta capacidade de colonizar ambientes terrestres que oferecem poucos recursos nutricionais, e ambientes que apresentam ações antrópicas como, por exemplo, queimadas (BARETTA et al., 2003).

A ordem Coleoptera apresenta a maior diversidade de organismos descritos, cerca de 40% dos insetos. De acordo com Moreira (2008), a importância dos Coleópteros para o sistema solo/planta reside em uma série de atividades que o grupo executa: o ataque a raízes de plantas, a ação mecânica sobre troncos mortos e demais detritos, a aeração do solo pela escavação de túneis e revolvimento das camadas superficiais e a incorporação de matéria orgânica em decomposição da superfície do solo para as camadas inferiores.

O grupo Araneae são predadores comuns, que empregam inúmeras técnicas para capturar grande variedades de presas, a maioria dos artrópodos da serapilheira podem ser

presas de aranhas em alguma época de suas vidas, a atividade predadora das aranhas tem um efeito regulador potencialmente importante na comunidade, sendo os mais notáveis predadores de habitantes dos solos em agroecossistemas (COLEMAN; CROSSLEY, 1996).

Nesse sentido, os grupos da macrofauna edáfica influenciam tanto a porosidade do solo quanto as relações de nutrientes, influenciam o transporte de solo, constroem galerias, fragmentam a matéria orgânica, realizam controle biológico como predadores, transformam a serapilheira, além de outras funções importantes para o solo e ambiente (SWIFT et al., 2010).

2.6.2 Mesofauna edáfica

A mesofauna edáfica são organismos com 0,2 a 2 mm de diâmetro (SWIFT et al., 1979) ou de 0,2 a 10 mm de comprimento (LAVELLE et al., 2003), são formados por Collembola (colêmbolos), Protura (proturos), Diplura (dipluros), Symphyla (sífilos), Acari (ácaros), Pseudoscorpionida (pseudoescorpiões), parte de Oligochaeta (oligoquetas), como Enchytraeidae (enquitreídeos), entre outros (PETERSEN; LUXTON, 1982).

A mesofauna do solo engloba organismos com funcionalidade alimentar diferentes, entre elas o consumo de microrganismos, regulando suas populações, fragmentação da serapilheira e processos de decomposição e inclui, por exemplo, os grupos Acari, Collembola, Enchytraeidae e Symphyla (BARETTA, 2007).

Os ácaros (Acari) podem representar grande parte da mesofauna presente no solo, estando em maiores quantidades nas camadas superficiais do solo (FREIRE 2007). Esses organismos se alimentam de material vegetal vivo ou morto e de cadáveres, pastoreiam sobre fungos e algas, e alguns podem ainda ser predadores (por exemplo, se alimentando de nematódeos). Desempenham papel regulador na decomposição e na ciclagem de nutrientes, bem como na formação da estrutura do solo, fatores como abundância, composição e diversidade de espécies desse grupo em um determinado habitat podem ser utilizados como bons bioindicadores da qualidade do solo (MOREIRA, 2010).

Os Collembola são pequenos atrópodos, depois dos ácaros é o segundo grupo de invertebrados numericamente dominantes no solo (FITTKAU; FLINGE, 1973), podendo sobreviver também na serapilheira, árvores, litoral marinho e na água doce (BELLINGER et al., 2007). De acordo com Baretta et al. (2008) a diversidade e a riqueza de famílias de colêmbolos são sensíveis às intervenções antrópicas e áreas com araucária, o que possibilita sua utilização como bioindicador de distúrbios, bem como da qualidade do solo.

Os enquitreídeos (Enchytraeidae) são pequenos oligoquetas típicos da mesofauna terrestre, apresentando ampla distribuição desde solos naturais de florestas e pastagens até solos cultivados e antropizados (CHRISTOFFERSEN, 2009). Verticalmente, ocupam principalmente as camadas mais superficiais do solo (até 20 cm), a maior parte se concentrando nos 5 cm superiores (DIDDEN, 1993; JÄNSCH et al., 2005).

As atividades tróficas desses invertebrados incluem diversos processos, tanto o consumo de microrganismos e da microfauna, como a fragmentação de material vegetal em decomposição (CORREIA; ANDRADE, 1999).

2.6.3 Fauna edáfica como indicador da qualidade do solo

Um inventário deve demonstrar se a biota do solo é responsável por perturbações induzidas pelo homem, tais como práticas agrícolas, desmatamento, poluição e mudanças climáticas. Se sim, deve haver então muitas consequências negativas em termos de diminuição do fornecimento dos serviços de ecossistema, incluindo a perda da produtividade primária através de mudanças na fertilidade do solo e/ou aumento de doenças de solo, perda do potencial de limpeza de dejetos e poluentes, quebra dos ciclos globais de elementos, e respostas nos fluxos de gases do efeito estufa e na erosão (SWIFT et al., 2010).

A tolerância fisiológica de um indivíduo às mudanças no seu nicho ecológico mostra o seu valor como indicador de uma situação abiótica. Essa indicação, tanto dos fatores abióticos quanto bióticos de um nicho ecológico, é conhecida como bioindicação (RABE, 1982), o indicador biológico é

frequentemente definido como a presença ou ausência de certa espécie (planta ou animal) em dada área, associada a determinada condição ambiental (TURCO; BLUME, 1999).

Nesse sentido, surge a utilização de grupos de invertebrados do solo na caracterização de diferentes ecossistemas naturais e agroecossistemas, bem como a sua separação de acordo com o tipo de manejo e estado de conservação, indicando a qualidade do solo (BARETTA et al., 2010).

A densidade e a diversidade de organismos da fauna do solo, assim como a presença de determinado grupo específicos em um sistema, podem ser usadas como indicadores de qualidade dos solos (BARROS et al., 2003). A fauna do solo responde aos impactos causados pelo manejo e constitui-se num bom indicador para avaliações da qualidade dos solos submetidos a diferentes sistemas de manejo (SILVA et al., 2007).

O grupo Isoptera, têm sido apontado como bioindicador do estado de degradação do ecossistema, em virtude de sua diversidade taxonômica e ecológica (BROWN JUNIOR, 1991), a ocorrência deste grupo foi observada em sistemas de manejo, como áreas de pastagem cultivada continuamente, mantidos por longos períodos (CZEPAK et al., 2003).

As formigas (Hymenoptera), são citadas como indicadoras de alterações no manejo do solo, especialmente durante a sua reabilitação (BARETTA et al., 2006; PARR et al., 2007).

A abundância, distribuição e a atividade das minhocas variam em função das condições climáticas (temperatura e umidade), biológicas (tipo de vegetação e disponibilidade de alimentos) e em especial das influências antrópicas (manejo dos solos e agrotóxicos) (BOUCHÉ, 1977).

Os equitreídeos são sensíveis a umidade e temperatura, o que limita a distribuição espacial e temporal deste grupo, que são pouco tolerantes a falta de umidade. Estes fatores, assim como o pH, matéria orgânica e o uso do solo podem influenciar na distribuição e composição de espécies (JÄNSCH et al., 2005).

Os organismos da macrofauna do solo são sensíveis às mudanças de uso da terra e isso pode ter implicações para o funcionamento do solo (DECAËNS et al., 2004). O impacto da conversão de ecossistemas nativos em pastagens extensivas ou

intensivas sobre a macrofauna do solo pode ser utilizado como indicador da qualidade do sistema.

Nesse sentido, a manutenção da biodiversidade de culturas agrícolas e outras plantas nos sistemas de cultivo é largamente aceita como uma prática de manejo que protege agricultores contra riscos de curto prazo. A biodiversidade e a complexidade aumentadas sobre o solo contribuem para o restabelecimento ou proteção da multiplicidade de organismos do solo capazes de executar funções biológicas essenciais. Entretanto, os processos de perturbação (e recuperação) que afetam essa biodiversidade do solo também se manifestam em diferentes escalas espaciais e temporais, necessitando de monitoramento dos bioindicadores presentes no solo (SWIFT et al., 2010).

2.7 ANÁLISES DA FAUNA EDÁFICA

2.7.1 Índices ecológicos

A medida mais simples de diversidade de espécies/grupos é o número de espécies/grupos, ou a riqueza de espécies/grupos (S). Vários índices de diversidade foram propostos que incorporam ambos S e N , o número total de indivíduos em todas as espécies/grupos (BROWER, et al., 1997).

O índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'), foi proposto por Claude Elwood Shannon (1948), é apropriado para amostras aleatórias de espécies de uma comunidade ou grupo de interesse. Mede o grau de incerteza em prever a que grupo pertencerá um indivíduo escolhido, ao acaso, de uma amostra com S grupos e N indivíduos. A diversidade tende a ser mais alta quanto maior o valor do índice (URAMOTO et al., 2005). É considerado o índice de diversidade mais completo, pois além de considerar o número de espécies/grupos, considera a proporção de cada espécie/grupo em relação ao todo.

O índice de dominância de Berger-Parker (BP) foi proposto por Berger; Parker (1970). É um índice simples, considera a maior proporção da espécie/grupo com maior número de indivíduos. Estima a dominância dentro de uma amostra/comunidade, ou seja, verifica se há ou não dominância de uma espécie/grupo dentro de uma comunidade/amostra.

A equitabilidade (J) se refere à distribuição dos indivíduos entre as espécies/grupos, sendo proporcional à diversidade e inversamente proporcional à dominância. A medida de equitabilidade ou equidade compara a diversidade de Shannon-Wiener (H') com a distribuição das espécies observadas que maximiza a diversidade (RODRIGUES, 2007).

Considerando a complexidade para calcular os índices em um estudo com grande quantidade de amostras, existem softwares, como o Diversidade de Espécies (DivEs), que calculam índices de diversidade, riqueza e dominância de espécies, podendo ser utilizados em diversos campos das áreas biológicas, agrárias e etc. (RODRIGUES, 2007).

2.8 HIPÓTESES

1. O descarte continuado de resíduos animais no solo ocasiona mudanças no mesmo, alterando as populações da fauna edáfica.
2. Quanto mais intensivo for o manejo empregado ao solo menor será a manutenção da biodiversidade da fauna edáfica ao longo das estações do ano.

2.9 OBJETIVO

Quantificar e analisar a ocorrência dos grupos da macro e meso fauna edáfica, variáveis resposta, e algumas variáveis explicativas (físico-químicas), em um Nitossolo Vermelho Eutrófico de Concórdia/SC, cultivado sob diferentes manejos e tempos de descarte de resíduos animais.

2.9.1 Objetivos Específicos

1. Determinar algumas características físicas e químicas do solo em estudo;
2. Determinar os índices ecológicos de diversidade, equidade, dominância e riqueza da fauna edáfica do solo em estudo;
3. Analisar os manejos empregados ao solo nas diferentes áreas do estudo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA OBSERVACIONAL

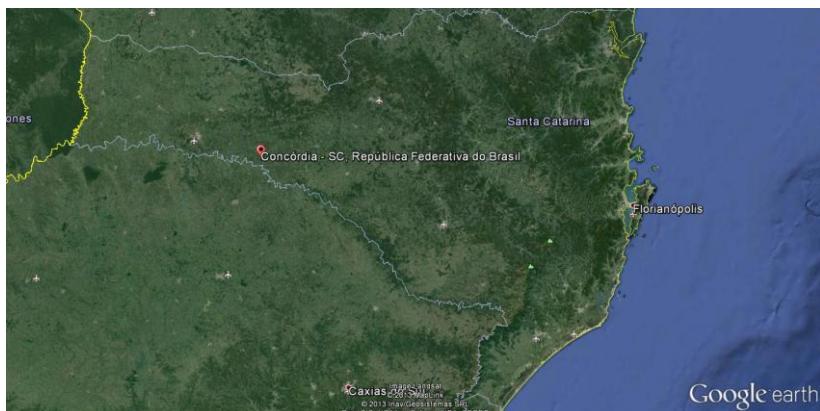
3.1.1 Localização e Clima

O estudo foi conduzido dentro da bacia do Lajeado dos Fragosos localizada no Município de Concórdia no estado de Santa Catarina (Figura 1) (SILVA, 2000; COUTINHO, 2001).

O município de Concórdia, localizado na região Oeste de Santa Catarina, apresenta clima classificado como subtropical (Cfa) de acordo com a classificação de Köeppen, sendo os meses mais frios (junho e julho) apresenta temperaturas médias de 15°C e os meses mais quentes temperatura média de 23°C, a precipitação média anual é elevada, geralmente em torno de 2.000 mm. (EMBRAPA, 2006).

As três principais atividades pecuárias desenvolvidas no âmbito da Bacia Lajeado dos Fragosos são a suinocultura, avicultura e bovinocultura. Em termos de atividade pecuária a suinocultura constitui-se na principal atividade econômica entre os produtores da bacia, seguida da bovinocultura de leite e da avicultura (SILVA, 2000).

Figura 1 - Localização de Concórdia, SC.



Fonte: Google Earth. 2013, modificado por Schneider, 2013.

3.1.2 Solo

O solo do estudo é um Nitossolo Vermelho Eutrófico, pela antiga classificação de solos era chamado de Terra Roxa Estruturada (EMBRAPA, 2006). São solos profundos ou pouco profundos, apresentam uma fertilidade natural média a alta; baixos e médios teores de alumíno e valores de pH médios e baixos (SOUZA, 2006).

3.1.3 Áreas Observadas

As áreas (fragmentos) que o estudo foi realizado apresentam-se consolidadas, os manejos são característicos aos aplicados por agricultores familiares na região oeste de Santa Catarina e foram selecionadas de acordo com estudos já realizados pela Embrapa Suínos e Aves de Concórdia e Universidade do Estado de Santa Catarina, de acordo com a uniformidade de relevo, profundidade, granulometria, cor do solo (Tabela 1) e histórico de manejo.

Os sistemas de uso do solo foram diferenciados pelos seguintes manejos (Tabela 2): pastagem perene com 22 anos de descarte, sem utilização de adubação mineral (P22) (Figura 2); mata nativa, formação secundária de floresta, apresenta algumas espécies exóticas invasoras em sua composição (MN) (Figura 2); milho para silagem com 22 anos de descarte, sem utilização de adubação mineral (M22) (Figura 3); cultivo de milho para silagem com 9 anos de descarte de resíduos animais, sem utilização de adubação mineral (M9) (Figura 4); pastagem azevém com 5 anos de descarte, sem utilização de adubação mineral (P5) (Figura 4); pastagem azevém com 17 anos de descarte, sem utilização de adubação mineral (P17) (Figura 4); e pastagem nativa sem descarte (P0) (Figura 4).

Tabela 1 - Caracterização quanto à cor úmida e granulometria de um solo submetido a diferentes sistemas de uso e tempos de aplicação de fertilizantes de suínos e aves.

Área	Profundidade Cm	Cor úmida (^{1*})	Areia	Silte	Argila (^{2*})
			g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹
M7	0-20	10 R 3/6	81	386	532
	20-40	10 R 3/4	59	325	615
	40-60	10 R 3/4	68	285	646
M20	0-20	10 R 3/6	47	354	597
	20-40	10 R 3/6	31	193	775
	40-60	10 R 3/6	38	194	768
P3	0-20	10 R 3/6	74	404	521
	20-40	10 R 3/4	84	326	589
	40-60	10 R 3/6	109	257	633
P15	0-20	10 R 3/6	60	363	576
	20-40	10 R 3/4	37	239	723
	40-60	10 R 3/4	39	230	731
PP20	0-20	10 R 3/6	42	323	633
	20-40	10 R 3/4	30	214	755
	40-60	10 R 3/4	37	225	737
MN	0-20	10 R 3/6	130	468	401
	20-40	10 R 3/6	91	297	612
	40-60	10 R 3/6	163	376	460
P0	0-20	10 R 3/6	120	395	484
	20-40	10 R 3/4	116	364	519
	40-60	10 R 3/6	174	322	504

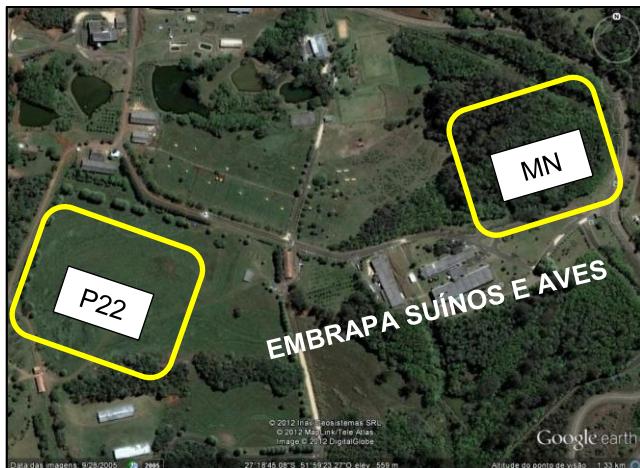
Áreas estudadas: M7: milho com 7 anos de aplicação de fertilizantes orgânicos; M20: milho com 20 anos de aplicação; P3: pastagem anual com 3 anos de aplicação; P15: pastagem anual com 15 anos de aplicação; PP20: pastagem perene com 20 anos de aplicação; EM20: erva mate com 20 anos de aplicação; MN: mata nativa; P0: pastagem nativa.

(1) Determinada pela comparação visual utilizando a carta de Munsell.

(2) Determinada pelo método da pipeta (EMBRAPA, 1997).

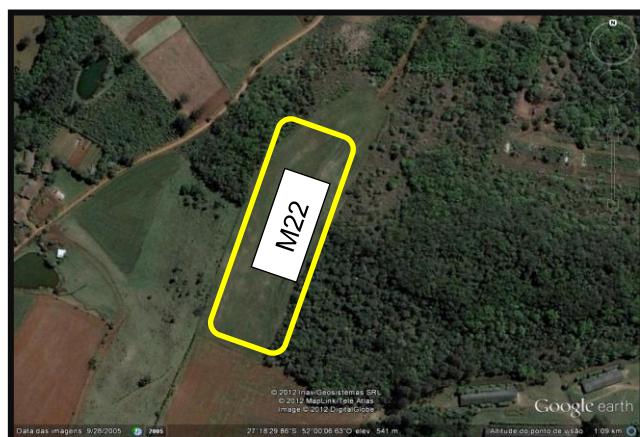
*Amostra composta por três sub amostras. Fonte: Rauber (2011).

Figura 2 – Imagem aérea, com destaque à posição e delimitação das áreas: Pastagem com 22 anos de descarte de resíduos (P22) e da Mata Nativa (MN).



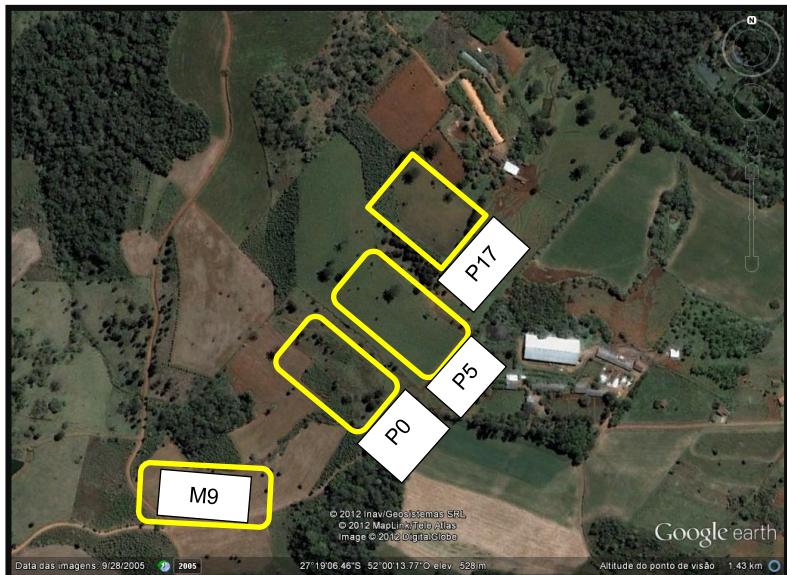
Fonte: Google Earth. 2013, modificado por Schneider, 2013.

Figura 3 – Imagem aérea, com destaque à posição e delimitação da área: Cultivo de Milho com 22 anos de descarte de resíduos de animais.



Fonte: Google Earth. 2013, modificado por Schneider, 2013.

Figura 4 – Imagem aérea, com destaque à posição e delimitação das áreas: cultivo de milho para silagem com 9 anos de descarte de resíduos animais, sem utilização de adubação mineral (M9); pastagem azevém com 5 anos de descarte, sem utilização de adubação mineral (P5); pastagem azevém com 17 anos de descarte, sem utilização de adubação mineral (P17); e pastagem nativa sem descarte (P0).

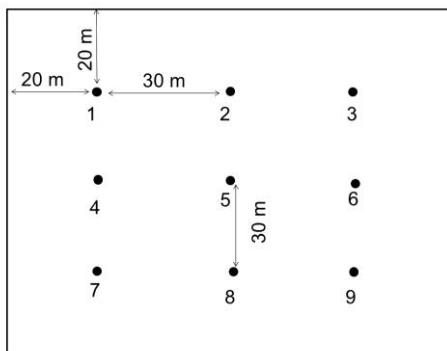


Fonte: Google Earth. 2013, modificado por Schneider, 2013.

3.2 AMOSTRAGEM DO SOLO

Foram coletadas 9 amostras por área para cada método (biológica, física e química), na forma de grid amostral. O espaçamento foi de 30 m entre cada ponto de amostragem, deixou-se 20 m de borda em cada área para evitar interferências de áreas vizinhas (Figura 5). Para a metodologia TSBF foram utilizadas 8 amostras por área nas análises.

Figura 5 – Modelo do grid amostral utilizado nas coletas do solo em Concórdia, SC.



Fonte: Schneider, 2013.

Tabela 2 - Características das áreas estudadas sob diferentes manejos e tempos de descarte de resíduos animais em um Nitossolo Vermelho Eutrófico de Concórdia, SC.

Áreas ¹	Descrição/Histórico
M9	Área: 4 hectares; 2 safras anuais de milho para silagem; 9 anos de descarte de dejetos de suínos a cada 2 meses; descarte de cama de aves (1 vez ao ano); semeadura direta no solo e pousio curto (3 meses) no inverno. Latitude (S): 27° 18' 33,3" Longitude (W): 52° 00' 10,7"
M22	Área: 3 hectares; 2 safras anuais de cultivo de milho para silagem; 22 anos de descarte de dejetos de suínos; descarte de cama de aves (1 vez ao ano); preparo convencional do solo; cultivo de azevém no inverno, aplicação de 5 toneladas ha ⁻¹ de calcário realizada em 2008. Latitude (S): 27° 19' 16,4" Longitude (W): 52° 00' 23,04"

¹ Áreas, onde, M9, M22, P5, P17, P22, MN e P0 são as siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na tabela.

Fonte: Schneider, 2013. Continua.

Tabela 2 - Características das áreas estudadas sob diferentes manejos e tempos de descarte de resíduos animais em um Nitossolo Vermelho Eutrófico de Concórdia, SC.

Áreas ¹	Descrição/Histórico
P5	Área: 1 hectare; descarte de dejetos durante 5 anos a cada 3 meses; descarte de cama de aves (1 vez ao anol; cultivo de aveia e azevém no inverno e no verão milheto e capim Sudão; Lotação: 35-40 bovinos de leite na propriedade. Latitude (S): 27° 19' 06,9" Longitude (W): 52° 00' 13,8"
P17	Área: 2 hectares; descarte de dejetos de suínos durante 17 anos, a cada 3 meses; descarte de cama de aves (1 vez ao ano); cultivo de aveia e azevém no inverno e no verão milheto e capim sudão; uma escarificação anual; Lotação: 35-40 bovinos de leite na propriedade. Latitude (S): 27° 19' 01,0" Longitude (W): 52° 00' 11,08"
P22	Área: 1,5 ha. Pastagem de azevém, aveia e nabo forrageiro sem pastejo e sem preparo do solo; área perenizada; descarte de dejetos há 22 anos; descarte de cama de aves (1 vez ao ano) nos primeiros 10 anos; aplicação anual de esterco suíno. Localizada na Embrapa Suínos e Aves. Latitude (S): 27° 18' 45,2" Longitude (W): 51° 59' 32,2"
MN	Área: 2 ha. Mata Nativa, fragmento florestal secundário com pouca interferência antrópica, porém com ocorrência de espécies exóticas. Localizada na Embrapa Suínos e Aves. Latitude (S): 27° 18' 43,9" Longitude (W): 51° 59' 13,6"
P0	Área: 2 ha; Pastagem naturalizada, com pastejo; sem descarte de resíduos de animais confinados. Lotação: 35-40 bovinos de leite na propriedade. Latitude (S): 27° 19' 09,4" Longitude (W): 51° 00' 14,9"

¹ Áreas, onde, M9, M22, P5, P17, P22, MN e P0 são as siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na tabela.

Fonte: Schneider, 2013. Conclusão.

3.3 AMOSTRAGEM DA FAUNA EDÁFICA

3.3.1 Método Berlese

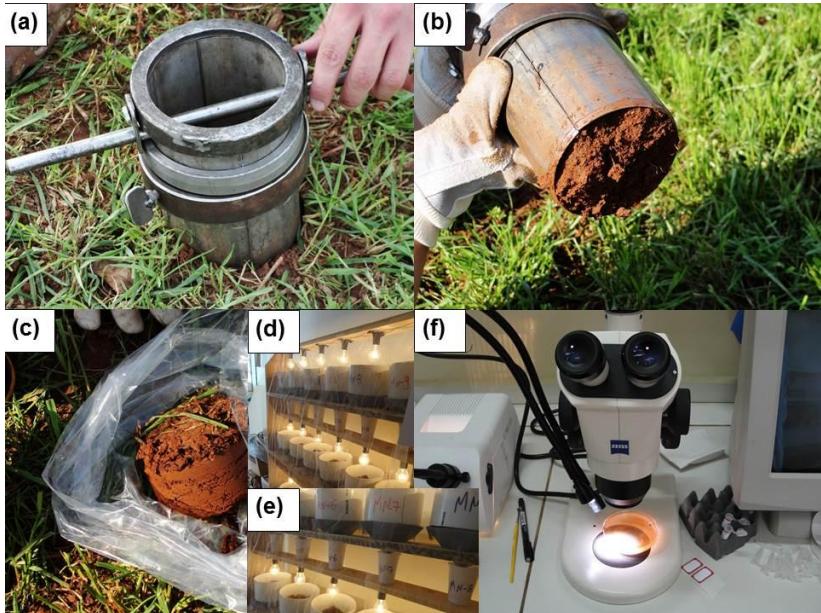
A amostragem da Mesofauna edáfica foi realizada em três épocas, sendo em setembro de 2011 (primavera/2011), em dezembro de 2011 (verão/2012) e março de 2012 (outono/2012). O método utilizado foi usado para extrair a mesofauna edáfica ativa, de vida livre, das amostras do solo coletado.

A extração seguiu o método de Berlese, recomendado no Manual de Biologia dos Solos Tropicais (MOREIRA et al., 2010) e modificado por Baretta (2003), utilizando-se um cilindro de aço inoxidável de 10,5 cm de diâmetro a 10 cm de profundidade com 503,0487 cm² de área de solo coletado no perfil do solo (Figura 6a/b). O volume de solo retirado foi acondicionado em sacos plásticos (Figura 6c), identificados e levados para laboratório.

O sistema consistiu de uma prateleira de madeira (Figura 6/d), dividido em compartimento superior e inferior, os dois compartimentos são divididos por uma base de madeira com aberturas que servem de suporte para os funis. As amostras foram dispostas na parte superior de funis, sobre peneira com tela de 2 mm, contendo um suporte com lâmpadas de 25 watts (fontes de calor) ligadas por 48 horas cuja ação da luz e calor (diminuição da umidade e secagem do material) provocou o deslocamento descendente dos organismos (Figura 6d/e), que foram colocados em potes plásticos e conservados em solução álcool etílico (70%), posteriormente quantificados e identificados (Figura 6f). Os grupos da macrofauna do solo que apareceram nas amostras também foram quantificados.

As limitações deste método estão relacionadas com o seu princípio de extração, já que muitos invertebrados de pouca mobilidade podem não ser capazes de deixarem a amostra antes que ela seja totalmente desidratada, morrendo antes de chegar ao recipiente coletor. Porém, o método de Berlese é o mais utilizado em pesquisas de mesofauna do solo, em cada centro de pesquisa que é utilizado apresenta adaptações, que facilitam o seu manejo e a obtenção de resultados.

Figura 6 - Extração da mesofauna à campo, através do método Berlese, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico, em Concórdia-SC: a) cilindo de aço inoxidável; b) cilindro com o solo extraído; c) solo acondicionado em saco plástico; d/e) estante com as amostras; f) lupa utilizada para a classificação dos grupos.



Fonte: Schneider, 2013.

3.3.2 Método Monólito – TSBF

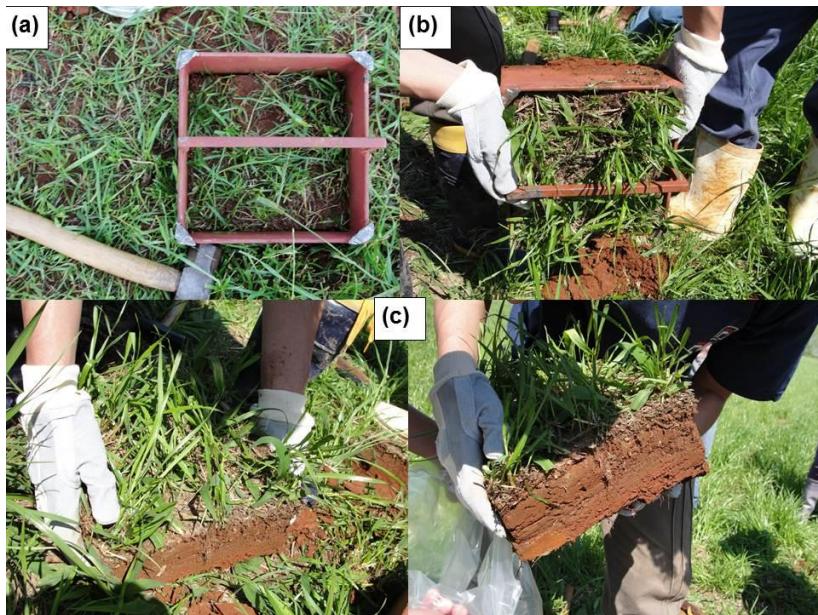
A amostragem da macrofauna do solo foi realizada em quatro épocas, setembro de 2011 (primavera/2011), dezembro de 2011 (verão/2012), março de 2012 (outono/2012) e junho de 2012 (inverno/2012).

A macrofauna edáfica foi amostrada através da retirada de monólitos do solo, método do monólito TSBF recomendado por Bignell et al. (2008) no Manual de Biologia dos Solos Tropicais (MOREIRA et al., 2010). O procedimento consistiu na retirada de um monólito de solo com o auxílio de um quadrado de aço inoxidável de 25x25 cm de lado que foi utilizado para

demarcar a posição do monólito, o solo foi amostrado na camada de 0-10 cm (0,105 m²) (Figura 7a/b/c).

Após a coleta as amostras foram armazenadas em uma câmara fria (8 °C) onde ficaram até o fim da triagem. O processo de triagem consiste no destorroamento do solo e coleta dos organismos visíveis a olho nu, integrantes da macrofauna em sua maioria, porém alguns do grupo da mesofauna foram também capturados. A macrofauna edáfica encontrada foi guardada em álcool etílico (70%) e posteriormente analisada na lupa, onde os grupos foram identificados, quantificados e separados.

Figura 7 - Extração da macrofauna à campo, através do método do Monólito-TSBF, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico, de Concórdia-SC: a) quadrado de aço inoxidável; b) quadrado de aço inoxidável com o monólito de solo; c) monólito de solo extraído.



Fonte: Schneider, 2013.

3.4 CARACTERÍSTICAS DO TEMPO NAS ÉPOCAS DAS COLETAS

Para as informações sobre temperatura, umidade, precipitação, radiação solar e insolação em setembro de 2011 (Anexo 1), dezembro de 2011 (Anexo 2), março de 2012 (Anexo 3) e junho de 2012 (Anexo 4), para fins de caracterização do tempo, utilizaram-se os dados da estação climatológica do Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, localizada a 27°18'48"S e 51°59'48"O de Greenwich em uma altitude de 548 m acima do nível do mar. A estação funciona desde 1985, seguindo a normatização do Instituto Nacional de Meteorologia (INEMET) do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA). Seguindo as normas do INEMET, as informações climatológicas são coletadas três vezes ao dia, às 09h00, 15h00 e 21h00 (horário oficial do Brasil).

3.5 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO

Para as determinações químicas do solo as amostras foram coletadas na profundidade de 0-10 cm, usando um trado tipo holandês, retirando-se 9 amostras por área, exatamente no local onde foram retiradas as amostras para fauna edáfica (cilindro e monólito), em todas as épocas de coleta.

Os atributos químicos analisados foram pH em água ($\text{pH} - \text{H}_2\text{O}$), pH SMP, cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), fósforo (P), sódio (Na), potássio (K), matéria orgânica (MO), cobre (Cu), zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn), relação cálcio/magnésio (Ca/Mg), capacidade de troca de cátions efetiva (CTC efetiva), Saturação por bases e Argila. Os teores de Ca, Mg e Al trocáveis foram extraídos com solução neutra de KCl mol L^{-1} , Zn e Cu foram extraídos com HCl 0,1 mol L^{-1} . Para determinação de Ca, Mg, Zn e Cu foi utilizado o espectrofotômetro de absorção atômica de chama e o Al foi determinado por titulometria de neutralização com NaOH. Pelo método Mehlich-1 (H_2SO_4 0,0125 mol L^{-1} + HCl 0,05 mol L^{-1}) foi extraído os elementos Na, K e P. A determinação de Na e K foi realizada por fotometria de emissão atômica e o P por fotocolorimetria. Essas análises seguiram o protocolo descrito por Tedesco (1995).

Os valores médios das características químicas dos solos de cada área em quatro épocas de coleta podem ser observados na Tabela 3. Os valores médios das características químicas dos solos do presente estudo, de cada época de coleta, estão apresentados no Apêndice 1.

Tabela 3 – Características químicas do solo na profundidade 0-10 cm, para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em 4 épocas de coleta (setembro/2011, dezembro/2011, março/2012 e junho/2012);, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC.

Atributos Químicos	Áreas do estudo ¹						
	MN	P0	P5	P17	P22	M9	M22
pH - H ₂ O	5,41	4,84	5,84	5,29	4,63	4,98	6,54
pH - SMP	5,92	5,48	5,90	5,77	5,41	5,72	6,47
Ca	9,23	1,88	5,23	3,89	2,93	3,11	8,12
Mg	2,85	1,29	3,15	2,34	1,73	2,00	4,06
Al	0,13	0,62	0,00	0,15	0,83	0,29	0,00
CTC efet.	12,81	4,59	9,56	7,48	6,63	5,94	12,74
Sat. Bas.	70,97	32,55	66,87	55,45	40,52	47,42	83,54
M. O.	4,03	3,04	2,86	2,68	2,91	2,32	2,73
Argila	36,50	38,97	52,69	51,83	55,67	52,00	38,72
P	4,77	1,64	25,67	25,56	26,24	20,60	2,77
Na	6,33	5,61	5,92	6,58	4,36	5,53	6,33
K	227,0	312,2	458,5	428,4	417,7	209,1	212,9
Cu	3	2	6	4	5	9	4
Zn	13,52	15,62	15,32	20,48	10,07	17,92	9,11
Fe	13,04	8,19	15,71	18,43	10,68	14,28	9,43
Mn	99,56	245,9	149,9	148,7	163,9	136,9	119,2
Ca/Mg	115,8	92,56	31,93	50,00	47,79	73,59	14,52

¹ Áreas do estudo, onde, M9, M22, P5, P17, P22, MN e P0 são as siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na Tabela 2.

3.6 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO SOLO

Para fins de caracterização de algumas propriedades físicas do solo, foram coletadas amostras deformadas e indeformadas em cada ponto amostrado na profundidade de 10 cm. As amostras deformadas foram utilizadas para determinação da umidade gravimétrica do solo (umidade atual). As amostras indeformadas foram utilizadas para determinação da porosidade total (Pt), macroporosidade (Ma) e microporosidade (Mi) nas camadas de 0-5 e 5-10 cm e Capacidade de Campo (CC) (método da mesa de tensão).

3.6.1 Umidade Gravimétrica

Para a determinação da umidade atual do solo foi utilizado o método da umidade gravimétrica (Tabela 4).

Tabela 4 – Médias da umidade gravimétrica do solo na profundidade 0-10 cm, para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico de Concórdia, SC, em quatro estações do ano.

Áreas ¹	Épocas de Coleta			
	Setembro/2011	Dezembro/2011	Março/2012	Junho/2012
	Umidade Gravimétrica %			
P22	35,77	31,30	32,96	38,12
M9	35,45	26,61	33,91	38,7
MN	39,75	37,94	33,60	42,44
M22	34,94	26,87	31,78	37,47
P5	33,95	26,75	33,87	36,74
P17	33,83	26,62	31,06	33,16
P0	27,40	22,87	33,89	37,67

¹ Áreas do estudo, onde, M9, M22, P5, P17, P22, MN e P0 são as siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na Tabela 2.

Fonte: Schneider, 2013.

3.6.2 Porosidade do Solo

Para fins de determinação da porosidade total do solo (Pt), macroporosidade (Ma) e microporosidade (Mi) e Capacidade de Campo, as amostras de solo indeformadas em anéis metálicos volumétricos foram coletadas em março de 2012, nas profundidades de 0-5 cm e 5-10 cm, utilizou-se o método da mesa de tensão, abaixando-se o nível de sucção correspondente a 10, 60 e 100 cm de altura de coluna d'água, em cada uma permaneceram por 36 horas, os dados podem ser observados na Tabela 5 e 6.

Tabela 5 – Médias da porosidade do solo na profundidade 0-5 cm, para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC.

Áreas ¹	Porosidade Total (Pt) $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$	Macroporos (Ma) $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$	Microporos (Mi) $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$	Cap. de Campo $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$
P22	0,65	0,19	0,45	0,44
M9	0,65	0,22	0,43	0,42
MN	0,76	0,34	0,42	0,41
M22	0,64	0,24	0,39	0,39
P5	0,65	0,20	0,45	0,44
P17	0,62	0,20	0,42	0,41
P0	0,68	0,20	0,49	0,48

¹ Áreas do estudo, onde, M9, M22, P5, P17, P22, MN e P0 são as siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na Tabela 2.

Fonte: Schneider, 2013.

Tabela 6 – Porosidade do solo na profundidade 5-10 cm, para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC.

Áreas ¹¹	Porosidade Total (Pt) $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$	Macroporos (Ma) $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$	Microporos (Mi) $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$	Cap. De Campo $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$
P22	0,64	0,18	0,46	0,47
M9	0,62	0,17	0,46	0,45
MN	0,73	0,33	0,41	0,40
M22	0,61	0,16	0,45	0,44
P5	0,63	0,17	0,46	0,45
P17	0,62	0,19	0,43	0,43
P0	0,65	0,21	0,44	0,44

¹¹ Áreas do estudo, onde, M9, M22, P5, P17, P22, MN e P0 são as siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na Tabela 2.

Fonte: Schneider, 2013.

3.7 TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS

Os grupos da fauna edáfica foram utilizados como variáveis respostas (efeito), e alguns atributos químicos e físicos do solo utilizados como variáveis explicativas (causa) na análise de redundância (ADR). Além desses, utilizou-se a curva de resposta principal (CRP) do efeito das áreas estudadas em todas as épocas de coleta sobre a densidade da fauna edáfica e o peso dos grupos da fauna do solo em todas as épocas de coleta. A CRP é uma análise direta de gradiente, com base em uma combinação linear modelo de distribuição, foi descoberta e descrita por Van Den Brink; Ter Braak (1998, 1999) e é especialmente apropriada para avaliação de ecossistema modelo (CUPPEN et al. 2000 *apud* MOSER et al., 2007). Os dados foram analisados empregando o pacote estatístico CANOCO FOR WINDOWS versão 4.5 (TER BRAAK; SMILAUER, 2002).

Ressaltando que na ADR, testou-se a significância estatística ($p < 0,05$) de cada uma das variáveis respostas e explicativas, permitindo a escolha de um conjunto mínimo de variáveis que pode explicar a variação dos dados de grupos da fauna do solo em cada época de coleta.

Os índices de diversidade foram calculados no programa Diversidade de Espécies DivEs 2.0 (RODRIGUES, 2005). Os valores de riqueza, abundância, índice de diversidade, equitabilidade e dominância das áreas foram submetidos ao teste de comprimento de gradiente. Para os comprimentos menores que três (resposta linear), optou-se pela Análise de Componentes Principais (ACP), utilizando o pacote estatístico CANOCO FOR WINDOWS versão 4.5 (TER BRAAK; SMILAUER, 2002).

Para atenderem as pressuposições teóricas implícitas dos testes, houve necessidade de transformar as variáveis analisadas somando-se uma unidade aos seus valores originais e obtendo-se a seguir a função logaritmo natural (transformação logarítmica), sugerido pela análise descritiva dos dados. Também para a CRP foi realizada uma análise não paramétrica, através do teste Mann-Whitney, no Statistica 7.0 (STATSOFT, 2004).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 MESOFAUNA EDÁFICA – MÉTODO DO BERLESE

4.1.1 Análise da Curva de Resposta Principal (CRP) para comunidade de invertebrados da mesofauna edáfica em diferentes épocas de amostragem

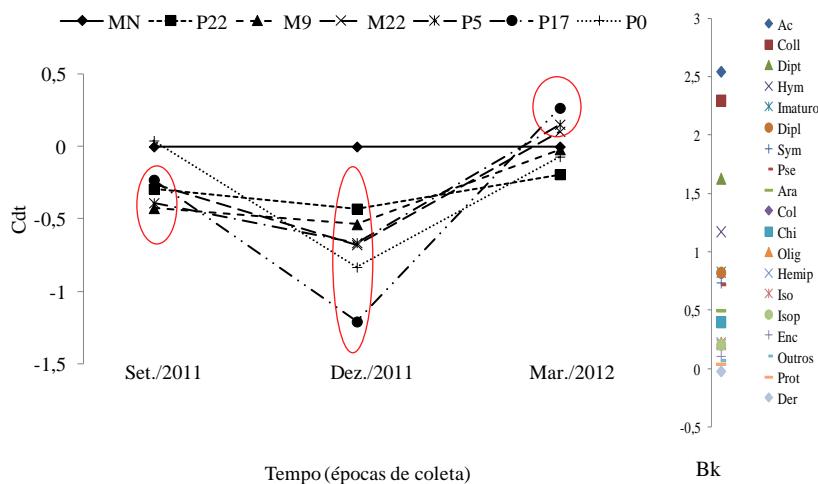
Os resultados da análise estatística multivariada dos dados coletados referente à mesofauna são apresentados (Figura 8) indicando a Curva de Resposta Principal (CRP) do efeito dos diferentes manejos e tempos de descarte de resíduos animais nas áreas do estudo. Os dados foram submetidos ao teste Dunnett, através da análise paramétrica.

De acordo com Moser et al. (2007) é importante ressaltar que a CRP é uma técnica multivariada para a avaliação da estrutura das comunidades de grupos ou espécies, o que é adequado para investigar os efeitos estressores (no caso os manejos e o descarte de resíduos orgânicos) e suas mudanças ao longo do tempo. Esse método torna possível resumir efeitos sobre a comunidade de todos os grupos ou espécies e exibi-lo em um único diagrama, nesse caso a Figura 8.

A CRP aqui apresentada extraiu informações apenas a partir de uma parte da variância, que é explicada pelo fator ambiental (nesse caso, o manejo e tempo de descarte de resíduo orgânico) e o tempo (as épocas de coleta) implementado como covariável. O foco é sobre o desvio dos grupos da mesofauna nos ecossistemas manejados em comparação ao ecossistema natural, no caso a MN.

A análise da CRP, para avaliação do efeito dos diferentes manejos e tempos de descarte de resíduos animais nas áreas estudadas em três épocas de coleta sobre a densidade e peso de grupos da mesofauna do solo, revelou que 49,9% da variação total foi explicada pelo eixo canônico 1 (teste de 499 permutações de Monte Carlo $F= 35,841$; $p= 0,002$). A variação explicada pelo fator épocas de coleta foi de 10,5%, já os tratamentos explicaram 31,6% da variação. A partir da CRP, pode-se observar que ocorreu diferença significativa entre a MN (considerada área controle) e as demais áreas do estudo para setembro e dezembro de 2011.

Figura 8 – Curvas de Resposta Principal do efeito dos diferentes manejos e tempos de descarte de resíduos animais (MN, P22, M9, M22, P5, P17 e P0 com descrição e histórico referenciados na Tabela 2), em três épocas de coleta sobre a densidade de grupos da mesofauna do solo (Cdt – Coeficiente canônico padronizado da RDA parcial) e o peso dos grupos da mesofauna do solo (Bk) no município de Concórdia, SC. (Hym= Hymenoptera (Formiga); Ara= Araneae; Col= Coleoptera; Chi= Chilopoda; Dipt= Larva de Diptera; Olig= Oligochaeta; Ac= Acarina; Iso= Isopoda; Isop= Isoptera; Col= Coleoptera; Pse= Pseudoescorpiónida; Sym = symphyla; Enc= enchytraeidae Coll= Collembola; Outros: organismos não identificados; Hemip= Hemiptera; Protura= Prot; Imaturo= organismos imaturos; Diplura= Diplura).



Fonte: Schneider, 2013.

No diagrama da CRP podem ser observados à direita no eixo y, os pesos (Bk) de cada variável no ordenamento da fauna do solo nas curvas de respostas das áreas, o tempo é apresentado no eixo x e o coeficiente canônico relativo ao controle (MN) ou a resposta principal no eixo y à esquerda (Figura 8). O peso pode ser interpretado como o peso de cada grupo taxonômico para a resposta dada no diagrama, quanto

mais alto o valor, mais o real padrão de resposta do grupo é suscetível de seguir o padrão na CRP (MOSER et al., 2007).

Nos meses de setembro de 2011 (primavera) e março de 2012 (outono) observa-se a menor diferença entre as áreas do estudo. Na segunda época de coleta, dezembro de 2011 (verão), pode-se observar a maior diferença entre as áreas estudadas e maior diferença entre elas comparado à MN. A estiagem prolongada ocorrida em novembro e dezembro de 2011 pode ser um fator para tal diferença, pela falta de manutenção da umidade nas áreas mais degradadas como a P0 e P17.

A P22 foi o fragmento mais constante ao longo das coletas, possivelmente por não apresentar revolvimento do solo, pisoteio animal e contar com uma cobertura de pastagem anual perenizada, sofrendo o manejo menos intensivo comparado com os demais fragmentos agrícolas, armazenando maior teor de umidade no solo em época de estiagem (Anexo 2), com 31,30% enquanto os outros ecossistemas agrícolas alcançaram uma média de 26,50% de umidade no solo, como ocorreu em dezembro de 2011 (Tabela 4).

A P0 e a P17 em dezembro de 2011, se distanciaram das demais áreas com um decréscimo na densidade e peso dos grupos Acarina, Collembola, Diptera, Hymenoptera e imaturos, essas áreas são visivelmente degradadas pelo excesso de pisoteio animal que recebem. A M9, P5 e M22 mostraram comportamento semelhante quanto à densidade e peso de organismos ao longo das três épocas de coleta, sendo que no mês de março de 2012 (outono) obtiveram um aumento na densidade dos grupos Acarina, Collembola, Diptera, Hymenoptera e Imaturos. Esses resultados numéricos podem ser observados no Apêndice 2.

Os grupos da fauna edáfica capturados pelo método do Berlese, Dermaptera, Protura, Outros e Enchytraeidae, apresentaram pouca variação em suas densidades para todas as áreas avaliadas, ao longo das três épocas de coleta, com valores de Bk próximos a 0, os resultados da abundância em três épocas de coleta podem ser observados no Apêndice 2.

Pesos positivos seguem o mesmo padrão da CRP, enquanto que valores negativos se comportam ao contrário da CRP (VAN DEN BRINK & TER BRAAK, 1999 *apud* MOREIRA, 2010). Sendo assim, possivelmente nos manejos agrícolas à

medida que aumenta a colonização de invertebrados edáficos as áreas vão atingindo um padrão próximo ou superior ao da MN, possível de se observar na época março de 2012, no diagrama da CRP e em valores de densidade no Apêndice 2.

Com a CRP pode-se concluir que os grupos: Acarina; Collembola; Hymenoptera; e Larva de Diptera, foram grupos com maior peso (Bk), além da densidade mais influenciada pelo manejo em três diferentes épocas de coleta. A MN foi a área com densidade de organismos mais constante ao longo das estações do ano, seguida da P22 e ao contrário disso, as áreas P0 e P17. Na segunda época de amostragem, em dezembro de 2011 (verão) foi possível perceber a maior diferença na densidade de organismos e seus pesos entre as áreas do estudo. Portanto, a CRP multivariada é um instrumento útil para analisar o comportamento da densidade e peso de organismos da mesofauna edáfica em variados manejos empregados ao solo, em diferentes épocas do ano, podendo ser útil para avaliar a manutenção dos serviços ecológicos prestados ao solo por esses organismos ao longo do ano.

4.1.2 Análise de redundância (ADR) para comunidade de invertebrados da mesofauna edáfica e de alguns atributos químicos e físicos do solo em setembro de 2011 (primavera)

Através da análise de redundância (ADR) foi possível decompor a variabilidade da mesofauna edáfica como resposta à variabilidade de alguns atributos químicos e físicos do solo em cada época de amostragem, podendo assim, apontar a relação de ocorrência de um grupo específico da mesofauna do solo com um determinado atributo químico ou físico (Figura 9).

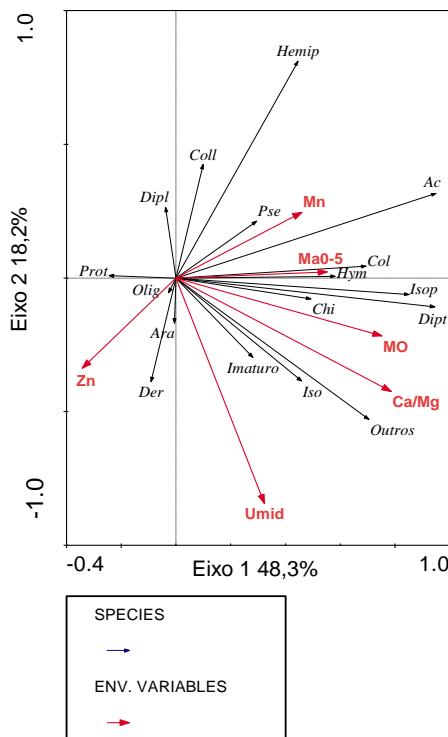
Na primeira época de coleta, setembro de 2011 (primavera), a ADR, representada pela Figura 9, indicou, por meio do Teste de Monte Carlo ($F=4,7$; $p=0,002$), que existe relação entre a abundância de grupos da fauna edáfica e as modificações nos atributos: Ca/Mg, MO, umidade gravimétrica do solo e macroporosidade na profundidade de 5 cm. Não considerando as variáveis ambientais, o eixo 1 explica 10% do total da variância e o eixo 2 explica 3,8%. As variáveis ambientais explicam 20,7% do total de variação, deste 48,3% é

explicado pelo eixo 1 e 18,2% pelo eixo 2. As variáveis ambientais significativas do modelo foram Ca/Mg ($F=4,71$, $p=0,002$), Zn ($F=1,97$, $p=0,014$), Mn ($F=2,14$, $p=0,012$), MO ($F=1,80$, $p=0,032$), Umidade ($F=1,76$, $p=0,058$) e Ma0-5 ($F=1,65$, $p=0,054$), cujas médias em cada área amostrada estão apresentadas na tabela 7. A variável que mais explica o eixo 1 foi Ca/Mg (coeficiente de variação 0,4618) e o eixo 2 foi o Zn (coeficiente de variação 0,7860). As modificações dos atributos: Cu, Argila, Fe, Mg, Ca, pH-H₂O, P, K, Mi0-5, Na e pH-SMP, não foram significativas por esse modelo.

A ADR aponta uma baixa relação entre o teor do atributo químico Zn com os grupos Pseudoscorpionida, Hemiptera e Collembola. Ao estudar solos contaminados por mineração Barros et al. (2010), apontaram que a melhor qualidade ambiental do solo de referência (menores teores de Pb e Zn) foi atestada pela ocorrência do grupos Pseudoscorpionida, apenas nesse solo. Corroborando, a presente pesquisa aponta que apenas a MN, área referência, apresentou ocorrência desse grupo (Tabela 8; Figura10).

Apesar desse resultado, os teores de Zn apresentados na tabela 7, estão abaixo do valor de referência brasileiro, considerado pela Resolução CONAMA 420/2009 ‘teor de prevenção’ no valor de 300 mg kg⁻¹ (300 mg dm⁻³), coletados na camada 0-20 cm. Alguns autores tratam essa concentração como valor de investigação, porém não é proibitivo. Todavia, é necessário um acompanhamento do acúmulo de Zn nesses fragmentos, haja vista se tratar de um elemento não móvel, presente na alimentação dos suínos, dessa forma seguidamente incorporado ao solo pelos dejetos e se acumulando com o passar do tempo (PEREIRA, 2006).

Figura 9 – Análise de redundância (ADR) entre a densidade da mesofauna do solo, teor de manganês (Mn), zinco (Zn), matéria orgânica (MO), Umidade (Umid) e Macroporos na profundidade de 0-5 cm (Ma0-5), em setembro de 2011 (Primavera) nas áreas estudadas. (MN, P22, M9, M22, P5, P17 e P0 com descrição e histórico referenciados na Tabela 2) (Hym= Hymenoptera (Formiga); Ara= Araneae; Col= Coleoptera; Chi= Chilopoda; Dipt= Larva de Diptera; Olig= Oligochaeta; Ac= Acarina; Iso= Isopoda; Isop= Isoptera; Col= Coleoptera; Pse= Pseudoescorcionida; Sym = symphyla; Enc=enchytraeidae Coll= Collembola; Outros: organismos não identificados; Hemip= Hemiptera; Protura= Prot; Imaturo= organismos imaturos; Diplura= Diplura)



Fonte: Schneider, 2013.

Tabela 7 – Médias dos atributos Ca/Mg, Zn, Mn, MO, umidade gravimétrica do solo na profundidade 0-10 cm, macroporosidade do solo na profundidade 0-5 cm (Ma0-5) para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em setembro de 2011 (Primavera).

Época	Áreas ¹	Ca/Mg	Zn	Mn	MO	Umidade	Ma0-5
		-----mg dm ⁻³ -----		%	%	%	
Setembro/2011 Primavera	MN	3,62	13,71	94,52	4,46	39,75	34
	P0	1,77	9,70	81,24	3,21	27,40	20
	P5	1,87	16,79	20,46	3,32	33,95	20
	P17	1,76	15,97	53,29	2,99	33,83	20
	P22	1,79	15,99	47,22	3,67	35,77	19
	M9	1,41	17,08	91,16	2,57	35,45	22
	M22	2,18	10,16	8,40	3,01	34,94	24

¹ Áreas do estudo, onde, M9, M22, P5, P17, P22, MN e P0 são as siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na Tabela 2.

Fonte: Schneider, 2013.

De acordo com a ADR, os atributos Ca/Mg, MO e Umidade foram fortemente relacionados com ocorrência dos grupos Isopoda, Chilopoda, Larva de Diptera, Isoptera e Imaturos. De acordo com a tabela 7, os maiores teores desses atributos foram encontrados na MN, área referência, assim como os grupos mencionados maior densidade na área de MN (Tabela 8).

Nesse sentido é provável que haja uma ampla interação entre a biologia e a química do solo, com destaque para esses grupos, que mostraram correlação significativa com os atributos Ca/Mg, MO e Umidade, apresentando-se como potenciais indicadores de qualidade do solo. Possivelmente as práticas agrícolas de manejo do solo e aplicação de resíduos animais provocaram impacto, resultando em redução da ocorrência desses organismos nas demais áreas.

Tabela 8 – Médias da densidade de organismos m^{-2} para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em setembro de 2011 (Primavera). (Hym= Hymenoptera (Formiga); Ara= Araneae; Col= Coleoptera; Chi= Chilopoda; Dipt= Larva de Diptera; Olig= Oligochaeta; Ac= Acarina; Iso= Isopoda; Isop= Isoptera; Col= Coleoptera; Pse= Pseudoescorcionida; Sym = symphyla; Enc=enchytraeidae Coll= Collembola; Outros: organismos não identificados; Hemip= Hemiptera; Protura= Prot; Imaturo= organismos imaturos; Diplura= Diplura)

Grupos	Áreas ¹						
	P22	M9	MN	M22	P5	P17	P0
	Organismos m^{-2}						
Ac	41,97	43,91	79,52	41,97	0,00	33,13	81,72
Ara	4,42	6,63	2,21	0,00	0,00	0,00	0,00
Chi	2,21	2,21	13,25	0,00	0,00	0,00	0,00
Coll	13,25	8,84	28,71	8,84	48,59	183,33	205,41
Col	15,46	8,84	37,55	2,21	2,21	0,00	26,51
Der	0,00	0,00	2,21	0,00	17,67	0,00	0,00
Diplura	0,00	0,00	0,00	8,84	0,00	2,21	6,63
Dipt	8,84	0,00	97,19	41,97	0,00	13,25	19,88
Hym	227,5	112,65	125,90	114,86	15,46	2,21	132,53
Hemip	0,00	0,00	6,63	2,21	0,00	6,63	44,18
Iso	2,21	0,00	2,21	0,00	0,00	0,00	0,00
Isop	0,00	0,00	2,21	0,00	0,00	0,00	0,00
OliG	2,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Protura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,21	0,00
Pse	0,00	0,00	2,21	0,00	0,00	0,00	0,00
Imaturo	2,21	17,67	22,09	0,00	17,67	0,00	4,42
Outros	0,00	0,00	6,63	0,00	0,00	0,00	0,00

¹ Áreas do estudo, onde, M9, M22, P5, P17, P22, MN e P0 são siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na Tabela 2.

Fonte: Schneider, 2013.

A M22 apresentou a segunda maior densidade de Larvas de Diptera e o segundo valor de Ca/Mg, essa ocorrência de Larvas de Diptera pode estar relacionada à aplicação de resíduo animal que ocorreu antes da coleta, incentivando a proliferação de Diptera no ambiente. Strieder et al. (2006) em estudo conduzido em áreas de suinocultura e avicultura no Rio Grande

do Sul apontam que a densidade do grupo é potencializada pelo descarte de resíduos animais.

A ADR apontou forte relação significativa entre a macroporosidade 0-5 cm e os grupos Coleoptera, Chilopoda, Pseudoescorpionida e Isopoda. A maior quantidade de macroporos foi encontrada na MN e M22 (Tabela 7). Tarrá et al. (2012), concluíram que no grupo de decompositores correlacionados significativamente com o volume dos macroporos do solo, os Isopoda, as Larvas de Coleoptera e Diplopodas foram responsáveis por 59% da densidade total de organismos, sendo estes grupos taxonômicos, regularmente mais associados aos processos da biogênese dos poros do solo.

Quanto ao grupo Acarina a RDA apontou maior relação com o teor de Mn, e menor densidade com a diminuição no teor de Zn. Fenômeno observado na P0 (Tabelas 7 e 8) e através de novos estudos e observações o grupo Acarina pode se tornar um bioindicador dessa situação. Quanto ao grupo Collembola, a relação também foi com o maior teor de Mn e o menor de Zn.

Com a ADR para a coleta de setembro de 2011 (Primavera) pode-se concluir que os grupos Isopoda, Chilopoda, Larva de Diptera, Isoptera, Pseudoescorpionida, Acarina e Collembola podem ser utilizado como bioindicadores da qualidade do solo, de acordo com suas diferentes sensibilidades aos atributos do estudo. Destacando-se o potencial dos grupos da mesofauna: Acarina para indicador de baixo teor de Zn no solo; Coleoptera, Diplopoda, Pseudoescorpionida e Isopoda com a maior quantidade de macroporos do solo: para indicadores de processos de biogênese dos poros dos solos.

4.1.3 Análise de redundância (ADR) para comunidade de invertebrados da mesofauna edáfica e de alguns atributos químicos e físicos do solo em dezembro de 2011 (verão)

Na segunda época de coleta, dezembro de 2011 (verão), a ADR, representada pelo diagrama da Figura 10, indicou, por meio das 499 permutações de Monte Carlo ($F= 11,42$; $p= 0,002$), que existe relação entre a abundância de grupos da fauna edáfica e as modificações nos atributos: Cu, Mn, pH-H₂O, Umidade do solo e macroporosidade 0-5 cm e microporosidade 0-5 cm. Não considerando as variáveis ambientais, o eixo 1

explica 27,7 % do total da variância e o eixo 2 explica 3,8%. As variáveis ambientais explicam 30,3% do total de variação, deste 71,5% é explicado pelo eixo 1 e 16,6% pelo eixo 2. As variáveis ambientais significativas do modelo foram Cu ($F=4,08$, $p=0,002$), pH-H₂O ($F=2,43$, $p=0,010$), Mn ($F=2,43$, $p=0,0020$), Microporos 0-5cm ($F=1,77$, $p=0,058$), Umidade ($F=11,42$, $p=0,002$) e Macroporos 0-5 ($F=2,99$, $p=0,002$), cujas médias em cada área amostrada estão apresentadas na Tabela 9. A variável que mais explicou o eixo 1 foi a Umidade (coeficiente de variação 0,6105) e o eixo 2 foi Mn (coeficiente de variação 1,2140).

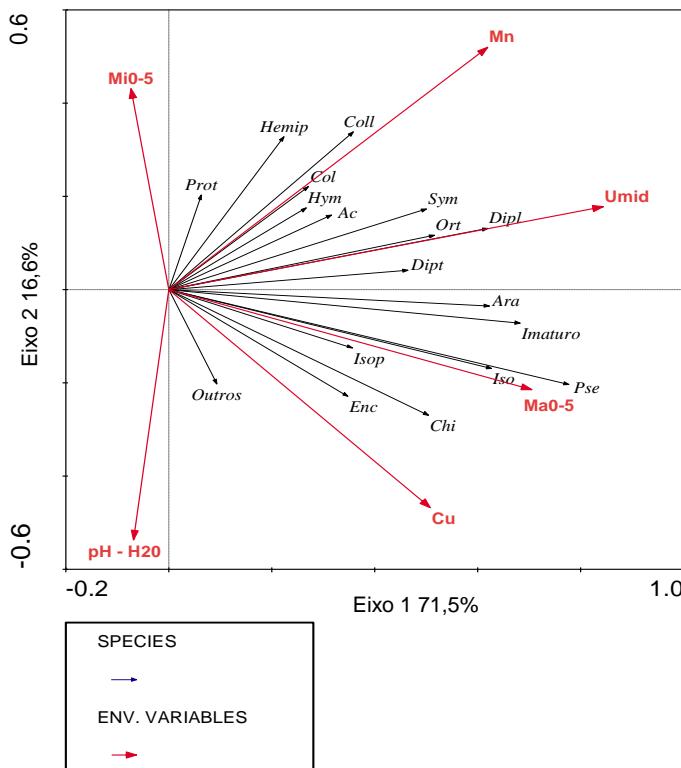
As variáveis Fe, MO, Argila, Ca, Zn, pH-SMP, Mg, K, P, Al e Na também foram avaliadas porém estatisticamente não significativas por esse modelo.

De acordo com a ADR, o atributo Cu apresentou correlação positiva com a ocorrência de Enchytraeidae e Chilopoda (Figura 10). A maior densidade de Chilopoda foi encontrada na MN, com 50,8 organismos m⁻² e a única área com ocorrência de Enchytraeidae (Tabela 10), que por sua vez foi o fragmento com maior teor de Cu (23,92 mg dm⁻³). Essa maior quantidade de Cu não foi encontrada nas análises das outras épocas na MN. A Resolução CONAMA 420/2009, apresenta para Cu o valor de 60 mg dm⁻³ como prevenção, não existindo normativa proibitiva no Brasil. Segundo Casali et al. (2008), o Cu em solos de mata natural está retido principalmente na MO, e encontraram o valor total de 50,8 mg dm⁻³ na profundidade 0-20.

Observa-se na ADR uma forte correlação entre os grupos Isopoda e Pseudoscorpionida e Macroporos 0-5 cm, fenômeno também observado na primeira coleta. Pela tabela 10, observa-se que a MN apresentou 79,52 organismos m⁻² desse grupo, e a maior quantidade de macroporos (Tabela 9).

Na ADR da segunda coleta (Verão), a correlação positiva de Collembola com o teor de Mn, pode ser observada na tabela 10 pela alta densidade desse grupo (435,12 organismos m⁻²) associado ao teor de 112,74 mg dm⁻³ de Mn na MN (Tabela 9).

Figura 10 – Análise de redundância (ADR) entre a densidade da mesofauna do solo, teor de manganês (Mn), cobre (Cu), pH-H₂O, Umidade (Umid) e Macroporos na profundidade de 0-5 cm (Ma0-5), microporos na profundidade 0-5 cm (Mi0-5), em dezembro de 2011 (Verão) nas áreas estudadas. (MN, P22, M9, M22, P5, P17 e P0 com descrição e histórico referenciados na Tabela 2) (Hym= Hymenoptera (Formiga); Ara= Araneae; Col= Coleoptera; Chi= Chilopoda; Dipt= Larva de Diptera; Ac= Acarina; Iso= Isopoda; Isop= Isoptera; Col= Coleoptera; Pse= Pseudoscorpionida; Sym= symphyla; Enc= enchytraeidae Coll= Collembola; Outros: organismos não identificados; Hemip= Hemiptera; Protura= Prot; Imaturo= organismos imaturos; Diplura= Diplura).



Fonte: Schneider, 2013.

Tabela 9 – Médias dos atributos Cu, Mn, pH-H₂O, umidade gravimétrica do solo na profundidade 0-10 cm, macroporosidade 0-5 cm (Ma0-5), microporosidade 0-5 cm (Mi0-5) para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em dezembro de 2011 (Verão).

Época	Áreas ^{/1}	Cu	Mn	pH-H ₂ O	Umidade	Mi0-5	Ma0-5
Dez/2011 Verão	MN	23,92	112,74	5,28	37,94	42	34
	P0	20,80	70,89	5,13	22,87	49	20
	P5	15,97	17,80	5,79	26,75	45	20
	P17	18,57	36,03	5,31	26,62	42	20
	P22	8,79	31,92	4,39	31,30	45	19
	M9	14,86	57,76	4,93	26,61	43	22
	M22	7,42	9,01	6,56	26,87	39	24

^{/1} Áreas do estudo, onde, M9, M22, P5, P17, P22, MN e P0 são as siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na Tabela 2.

Fonte: Schneider, 2013.

A umidade apresentou correlação positiva principalmente com os grupos: Diplura, Larva de Diptera, Symphyla, Orthoptera e Araneae, segundo a ADR (Figura 10). Esses organismos obtiveram as maiores densidades na MN, segundo a tabela 10, assim como o maior teor de umidade (Tabela 9). Destacando-se o período de estiagem e maior insolação ocorrido em dezembro de 2011 anterior e no período das coletas (Anexo 2), possivelmente a MN por apresentar cobertura vegetal abundante não sofreu interferência na manutenção da umidade do solo.

Os organismos imaturos apresentaram correlação com Ma0-5, segundo a ADR (Figura 10). Essa relação pode ser demonstrada na tabela 10, pela densidade de 75,10 organismos m⁻² na MN, área com maior quantidade de macroporos (Tabela 9).

Tabela 10 – Médias da densidade de organismos m^{-2} para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em dezembro de 2011 (Verão). (Hym= Hymenoptera (Formiga); Ara= Araneae; Col= Coleoptera; Chi= Chilopoda; Dipt= Larva de Diptera; Ort= Orthoptera; Olig= Oligochaeta; Ac= Acarina; Iso= Isopoda; Isop= Isoptera; Col= Coleoptera; Pse= Pseudoscorpionida; Sym = symphyla; Enc= enchytraeidae Coll= Collembola; Outros: organismos não identificados; Hemip= Hemiptera; Protura= Prot; Imaturo= organismos imaturos; Diplura= Diplura)

Grupos	Áreas ¹¹						
	P22	M9	MN	M22	P5	P17	P0
Ac	457,21	315,85	574,28	223,0	614,03	19,88	218,67
Ara	6,63	8,84	46,38	6,63	0,00	2,21	8,84
Chi	0,00	0,00	50,80	0,00	4,42	0,00	0,00
Coll	161,2	103,8	435,12	201,0	59,64	4,42	39,76
Col	22,09	17,67	37,55	8,84	15,46	17,67	26,51
Diplura	0,00	8,84	41,97	2,21	0,00	0,00	0,00
Dipt	101,60	174,49	187,74	13,25	99,39	15,46	13,25
Enc	0,00	0,00	2,21	0,00	0,00	0,00	0,00
Hym	890,1	194,3	187,74	57,43	15,46	22,0	90,56
Hemip	0,00	2,21	4,42	0,00	2,21	0,00	2,21
Iso	0,00	0,00	13,25	0,00	0,00	0,00	0,00
Isop	2,21	0,00	15,46	0,00	0,00	0,00	0,00
Ort	0,00	2,21	13,25	0,00	0,00	0,00	0,00
Protura	0,00	0,00	2,21	0,00	0,00	0,00	0,00
Pse	0,00	0,00	79,52	0,00	0,00	0,00	0,00
Sym	33,13	0,00	50,80	6,63	2,21	0,00	11,04
Imaturo	8,84	0,00	75,10	0,00	17,67	0,00	0,00
Outros	0,00	0,00	2,21	0,00	8,84	0,00	0,00

¹¹ Áreas do estudo, onde, M9, M22, P5, P17, P22, MN e P0 são as siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na Tabela 2.

Fonte: Schneider, 2013.

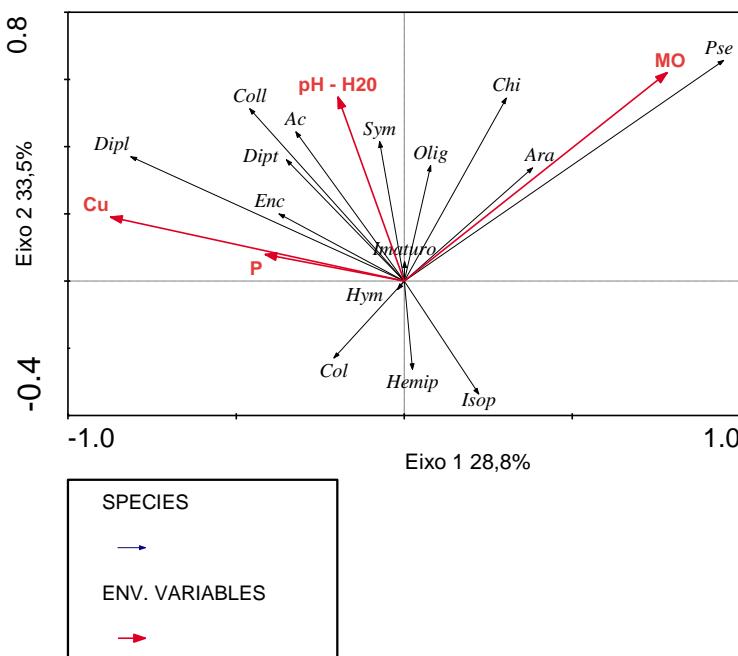
Com a ADR da segunda coleta em dezembro de 2011 (Verão), pode-se concluir que: o grupo Collembola apresentou forte correlação com o teor de Mn do solo, de acordo com os valores das médias isso é atribuído a MN (Tabela 9 e 10); todos os grupos apresentaram correlação positiva com a umidade do solo, sendo que a época de coleta sofreu escassez prolongada de chuva; e o grupo Pseudoscorpionida obteve correlação positiva com a macroporosidade 0-5 cm, como na primeira coleta.

4.1.4 Análise de redundância (ADR) para comunidade de invertebrados da mesofauna edáfica e de alguns atributos químicos e físicos do solo em março de 2012 (outono)

Na terceira época de coleta, março de 2012 (outono), a ADR, representada pelo diagrama da Figura 11, indicou por meio das 499 permutações de Monte Carlo ($F= 4,28$; $p= 0,0002$), que existe relação entre a abundância de grupos da fauna edáfica e as modificações nos atributos: Cu, MO, pH-H₂O e P. Não considerando as variáveis ambientais, o eixo 1 explica 7% do total da variância e o eixo 2 explica 5,9%. As variáveis ambientais explicam 17,9% do total de variação, deste 28,8% é explicado pelo eixo 1 e 33,35% pelo eixo 2. As variáveis ambientais significativas do modelo foram Cu ($F=3,46$, $p=0,002$), pH-H₂O ($F=2,47$, $p=0,010$), MO ($F=4,28$, $p=0,002$) e P ($F=1,9$, $p=0,056$), a variável que mais explicou o eixo 1 foi o Cu (-0,6405) e a variável que mais explicou o eixo 2 foi MO (0,9507), cujas médias em cada área amostrada estão apresentadas na tabela 11.

As seguintes variáveis: Mn, Na, Ca, Umidade, Zn, K, Argila, Fe, Mi0-5, Ma0-5, e Al, não apresentaram relações significativas pelo procedimento estatístico utilizado nesse estudo, a ADR.

Figura 11 – Análise de redundância (ADR) entre a densidade da mesofauna do solo, teor de Cu (Cobre), pH-H₂O (pH em água), matéria orgânica (MO) e Fósforo (P) em março de 2012 (Outono) nas áreas estudadas. (MN, P22, M9, M22, P5, P17 e P0 com descrição e histórico referenciados na Tabela 2) (Hym= Hymenoptera (Formiga); Ara= Araneae; Col= Coleoptera; Chi= Chilopoda; Dipt= Larva de Diptera; Ac= Acarina; Isop= Isoptera; Col= Coleoptera; Pse= Pseudoescorcionida; Sym = symphyla; Enc=enchytraeidae Coll= Collembola; Hemip= Hemiptera; Imaturo= organismos imaturos; Diplura= Diplura).



Fonte: Schneider, 2013.

Em concordância com a ADR, o grupo Diplura mostrou correlação positiva com os atributos Cu e P (Figura 11). A maior densidade ($66,26 \text{ organismos m}^{-2}$) ocorreu na P17, conforme consta na tabela 12. Os maiores teores de Cu e P foram

observados na P17 com 30,27 e 28,87 mg dm⁻³, respectivamente. Essa área apresenta 52,33% de argila (Apêndice 1) o que caracteriza um solo de classe tipo 2, podendo auferir que a média 28,87 mg dm⁻³ de P é resultado de um teor muito alto no solo (CQFS-RS/SC, 2004). O teor de Cu está abaixo do valor de prevenção exposto na Resolução CONAMA 420/2009 que estipula 60 mg kg⁻¹, porém Mattias (2006) propõem para teor de investigação o valor 20 mg kg⁻¹, lembrando que no Brasil não há base proibitiva para tal elemento.

Tabela 11 – Médias dos atributos Cu, P, pH-H₂O e MO para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em março de 2012 (Outono)

Época	Áreas ⁷¹	Cu	P	pH-H ₂ O	MO
		-----mg dm ⁻³ -----		1:1	%
Março/2012 Outono	MN	6,00	1,73	5,43	3,87
	P0	21,47	1,13	4,53	2,67
	P5	20,57	19,03	5,67	2,57
	P17	30,27	28,87	5,07	2,40
	P22	11,23	13,93	4,50	2,50
	M9	21,50	16,13	5,03	2,13
	M22	12,67	0,80	6,47	2,53

⁷¹ Áreas do estudo, onde, M9, M22, P5, P17, P22, MN e P0 são siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na Tabela 2.

Fonte: Schneider, 2013.

Há 17 anos a P17 recebe três descartes de dejetos suíños e uma aplicação de cama de aves. Segundo os resultados de pesquisa de KONZEN (2003), os resíduos de suíños apresentam composição de certa forma similar à cama de aves, exceto para o P, que é maior no dejeito suíno. A disposição do resíduo sucessivamente como vem acontecendo na P17, ao longo dos anos, pode causar sérios problemas com contaminação de águas subsuperficiais e rios com nitrato e fósforo (BERWANGER, 2006). Outro problema é a possibilidade de contaminação do solo e da água devido à alta concentração de metais pesados como Zn e Cu, que os dejetos líquidos de

suínos possuem (MATTIAS, 2006). Nesse sentido é preocupante o resultado elevado de Cu e P na P17 e no presente estudo o grupo Diplura mostra-se com potencial bioindicador dessa condição, são insetos pequenos, ápteros, de 1 a 5,8 mm de comprimento, de corpo estreito e alongado, alimentam-se de vegetais e micélios de fungos ou são predadores (GRASSE, 1949 *apud* MORAIS, 2008).

Tabela 12 – Médias da densidade de organismos m⁻² para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em março de 2012 (outono). (Hym= Hymenoptera (Formiga); Ara= Araneae; Col= Coleoptera; Chi= Chilopoda; Dipt= Larva de Diptera; Olig= Oligochaeta; Ac= Acarina; Isop= Isoptera; Col= Coleoptera; Pse= Pseudoescorpionida; Sym = symphyla; Enc=enchytraeidae Coll= Collembola; Hemip= Hemiptera; Imaturo= organismos imaturos; Diplura= Diplura).

Grupos	P22	M9	MN	Áreas ⁷¹			
				M22	P5	P17	P0
				Organismos m ⁻²			
Ac	106,0	132,5	186,3	280,51	295,97	276,09	79,52
Ara	0,00	2,21	7,45	4,42	2,21	0,00	0,00
Chi	0,00	4,42	9,94	0,00	0,00	8,84	0,00
Coll	4,42	125,90	84,48	187,74	112,65	150,20	114,86
Col	24,30	2,21	7,45	13,25	0,00	30,92	72,89
Diplura	2,21	11,04	2,48	11,04	22,09	66,26	6,63
Dipt	13,25	48,59	14,91	15,46	64,05	28,71	17,67
Enc	0,00	0,00	0,00	2,21	0,00	11,04	0,00
Hym	181,1	83,93	59,64	50,80	110,44	163,45	108,23
Hemip	13,25	4,42	0,00	8,84	2,21	0,00	0,00
Isop	6,63	0,00	2,48	0,00	0,00	2,21	0,00
OliG	0,00	0,00	0,00	0,00	8,84	0,00	0,00
Pse	0,00	0,00	67,09	0,00	0,00	0,00	0,00
Sym	6,63	11,04	37,27	8,84	8,84	39,76	22,09
Imaturo	4,42	2,21	17,39	22,09	6,63	13,25	8,84

⁷¹ Áreas do estudo, onde, M9, M22, P5, P17, P22, MN e P0 são as siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na Tabela 2.

Fonte: Schneider, 2013.

A variável química pH-H₂O resultou em uma correlação com Collembola, Ácaros e Shymphylla pela ADR. As áreas P22 e P0 apresentaram os menores valores dessa variável química, comparadas às demais áreas (Tabela 11). Ao encontro desse resultado, pode-se observar na tabela 12, as menores densidades de Ácaros ocorreram na P0 e P22, respectivamente.

A ADR aponta a correlação entre MO e Pseudoescorpionida. O grupo ocorreu apenas na MN, com densidade de 67,09 organismos m⁻² (Tabela 12). Desta forma, observando a tabela 11 a MN resultou em 3,87% de MO, o maior teor comparado com as demais áreas, o grupo Pseudoescorpionida apresentou a maior relação com a MN, assim como nas coletas anteriormente relatadas.

Em conformidade com a ADR da terceira coleta em março de 2012 (outono), pode-se concluir que: o grupo Pseudoescorpionida apresentou maior relação com a MO; Collembola, Ácaros e Shymphylla foram correlacionados com o pH-H₂O; e o grupo Diplura mostrou-se correlacionado positivamente com os atributos Cu e P.

4.1.5 Análise de redundância (ADR) da comunidade de invertebrados da mesofauna edáfica e de alguns atributos químicos e físicos do solo em três estações do ano

A RDA referente às três épocas de coleta (setembro/11, dezembro/11 e março/12), representada pela figura 12, indicou, por meio de 499 permutações de Monte Carlo ($F = 7,82$; $p = 0,0020$), que existe relação entre a abundância de grupos da fauna edáfica e as modificações nos atributos: Ca/Mg, Ca, Fe, Zn, Umidade, Cu, MO, Macroporos 0-5 cm. Não considerando as variáveis ambientais, o eixo 1 explica 9,2 % do total da variância e o eixo 2 explica 2,2%. As variáveis ambientais explicam 14,8% do total de variação, deste 72,2% é explicado pelo eixo 1 e 15,6% pelo eixo 2. As variáveis ambientais significativas do modelo foram Ca/Mg ($F = 10,59$, $p = 0,002$), Zn ($F = 1,97$, $p = 0,014$), Cu ($F = 7,82$, $p = 0,002$), MO ($F = 2,31$, $p = 0,032$), Umidade ($F = 1,65$, $p = 0,050$) e Ma ($F = 3,06$, $p = 0,054$), Fe ($F = 1,97$, $p = 0,022$), Ca ($F = 1,94$, $p = 0,020$), sendo que a variável que mais explicou os eixos 1 e 2 foi o Cu (coeficiente

canônico= 0,8444 para o eixo 1 e -0,6035 para o eixo 2), a segunda variável para o eixo 2 foi MO (coeficiente canônico= 0,5514), cujas médias em cada área amostrada estão apresentadas na tabela 13.

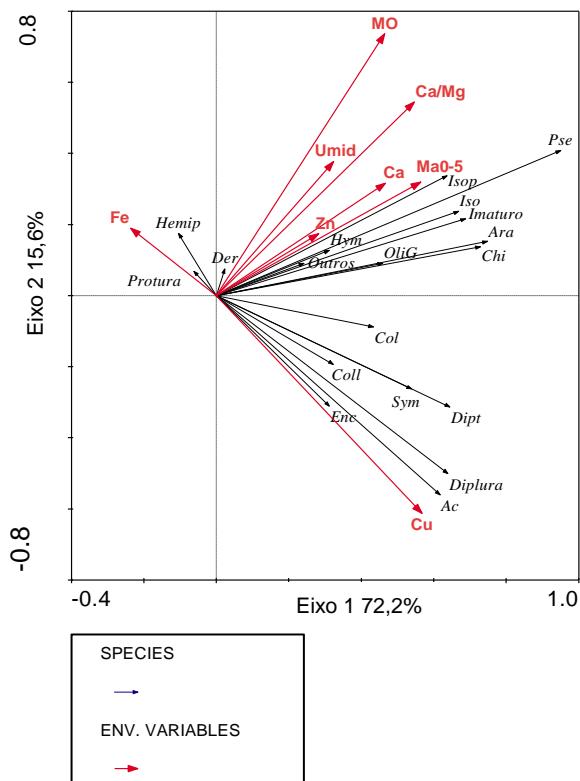
As variáveis: pH-H₂O, Al, Mn, Argila, K, Mi0-5, P e Na, não apresentaram relações significativas pelo procedimento estatístico utilizado nesse estudo, a ADR.

Conforme a ADR apresentada na Figura 12, para todas as estações do ano avaliadas, a variável Fe foi correlacionada com o grupo Hemiptera (percevejos). Consoante a isso, na tabela 13 observa-se que a área que obteve maior média do teor da variável química Fe foi a P0, com 219,41 mg dm⁻³ do elemento em 0-10 cm de profundidade. Em concordância com a correlação da ADR, o grupo Hemiptera ocorreu em maior densidade na área P0 com maior teor de Fe (Tabela 14).

A ADR apontou forte correlação positiva entre a variável Cu e os grupos da mesofauna Acarina e Diplura. Nesse contexto, os maiores teores médios de Cu foram obtidos na P5 (24,58 mg dm⁻³) e na P17 (18,30 mg dm⁻³) (Tabela 13). Coerente à correlação positiva entre os grupos e a variável Cu, as maiores densidades médias dos grupos Acarina e Diplura foram encontradas nas áreas P5 e P17, respectivamente (Tabela 14). A composição, distribuição e densidade da acarofauna edáfica (grupo Acarina) varia de acordo com a profundidade do solo, o tamanho dos ácaros, a localidade e a estação do ano (WALLWORK 1970, COLEMAN & CROSSLEY Jr. 1996 *apud* MINEIRO & MORAES, 2001).

As áreas P17 e P5 se localizam na mesma propriedade familiar, recebem o resíduo animal oriundo da mesma fonte, sendo as duas pastagens anuais, com a mesma lotação de animais. Além disso, em termos de distância são as áreas mais próximas da pociilha da propriedade, podendo haver um descarte maior de resíduo pela facilidade de mão de obra para tal manejo, também por necessidade de resposta produtiva das plantas forrageiras durante a máxima abrangência do ano, pois a ordenha acontece em 365 dias, se diferenciando da produção de culturas sazonais como o milho.

Figura 12 – Análise de redundância (ADR) entre a densidade da mesofauna do solo, teor de Zinco (Zn), Cobre (Cu), matéria orgânica (MO), Umidade (Umid) e Macroporos 0-5 cm (Ma), Fe (Ferro) e Ca (Calcio) em três épocas de amostragem (Primavera, Verão e Outono) nas áreas estudadas. (MN, P22, M9, M22, P5, P17 e P0 com descrição e histórico referenciados na Tabela 2) (Hym= Hymenoptera (Formiga); Ara= Araneae; Col= Coleoptera; Chi= Chilopoda; Dipt= Larva de Diptera; Dipl= Diplopoda; Olig= Oligochaeta; Ac= Acarina; Iso= Isopoda; Isop= Isoptera; Col= Coleoptera; Pse= Pseudoscorpionida; Sym = symphyla; Enc= enchytraeidae Coll= Collembola; Outros: organismos não identificados; Hemip= Hemiptera; Protura= Prot; Imaturo= organismos imaturos; Diplura= Diplura).



Fonte: Schneider, 2013.

De acordo com a ADR os grupos Isopoda, Isoptera, organismos imaturos, Chilopoda, Aranea, Oligochaeta, Hymenoptera, outros organismos, e Pseudoescorpionida, foram correlacionados positivamente com as variáveis MO, Ca, Ma0-5, Umidade, Ca/Mg e com menor força do coeficiente canônico o Zn.

Destaca-se nesse resultado a correlação entre as variáveis Ca/Mg, Ma0-5 e MO com o grupo Pseudoescorpionida. O maior teor de Ca/Mg, MO e o maior valor de Ma0-5, foi observado na área referência MN, em concordância com a tabela 13. O Grupo Pseudoescorpionida apresentou a maior média de densidade na MN, posteriormente à essa, na M22 (Tabela 14).

Tabela 13 – Médias dos atributos Zn, Ca, Fe, Cu, Ca/Mg, MO, Umidade e Ma0-5 para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em três épocas de coleta (estações do ano).

Épo cas	Área s ¹	Variáveis							
		Zn	Cu	Fe	Ca/ Mg	Ca	M O	Umid ade	Ma0 -5
		-----mg dm ⁻³ -----				cmol _c dm ⁻³	-----%-----		
Set/11 e Março/11	MN	15,5	12,1	101,	3,16	9,21	4,1	33,6	34
	P0	6,82	16,9	219	1,72	2,03	3,0	33,8	20
	P5	16,6	24,5	150	1,62	5,33	2,8	33,8	20
	P17	19,4	18,3	144	1,65	3,9	2,7	31,0	20
	P22	11,2	9,43	185	1,56	10,03	2,9	32,9	19
	M9	14,2	15,3	105	1,52	9,6	2,2	33,9	22
	M22	9,40	8,08	114	1,93	7,80	2,7	31,7	24

¹¹ Áreas do estudo, onde, M9, M22, P5, P17, P22, MN e P0 são as siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na Tabela 2.

Fonte: Schneider, 201

Tabela 14 – Médias da densidade de organismos m⁻² para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados três estações do ano, primavera 2011, verão e outono 2012. (Hym= Hymenoptera (Formiga); Ara= Araneae; Col= Coleoptera; Chi= Chilopoda; Dipt= Larva de Diptera; Dipl= Diplopoda; Olig= Oligochaeta; Ac= Acarina; Iso= Isopoda; Isop= Isoptera; Col= Coleoptera; Pse= Pseudoscorpionida; Sym = symphyla; Enc=enchytraeidae Coll= Collembola; Outros: organismos não identificados; Hemip= Hemiptera; Protura= Prot; Imaturo= organismos imaturos; Diplura= Diplura).

Grupo	Áreas ¹							
	P22	M9	MN	M22	P5	P17	P0	Organismos m ⁻²
Aca	201,7	164,0	280,0	181,8	303,3	109,70	126,64	
Ara	3,68	5,89	18,68	3,68	0,74	0,74	2,95	
Chi	0,74	2,21	24,66	0,00	1,47	2,95	0,00	
Coll	59,64	79,52	182,77	132,53	73,63	112,65	120,01	
Col	20,62	9,57	27,52	8,10	5,89	16,20	41,97	
Der	0,00	0,00	0,74	0,00	5,89	0,00	0,00	
Diplura	0,74	6,63	14,82	7,36	7,36	22,82	2,21	
Dipt	41,23	0,00	99,95	23,56	54,48	19,14	16,93	
Enc	0,00	0,00	0,74	0,74	0,00	3,68	0,00	
Hym	432,92	130,32	124,43	74,36	47,12	62,58	110,44	
Hemip	4,42	2,21	3,68	3,68	1,47	2,21	15,46	
Iso	0,74	0,00	5,15	0,00	0,00	0,00	0,00	
Isop	2,95	0,00	6,72	0,00	0,00	0,74	0,00	
Ort	0,00	0,74	4,42	0,00	0,00	0,00	0,00	
OliG	0,74	0,00	0,00	0,00	2,95	0,00	0,00	
Protur.	0,00	0,00	0,74	0,00	0,00	0,74	0,00	
Pse	0,00	0,00	49,60	22,36	0,00	0,00	0,00	
Sym	13,25	3,68	29,36	5,15	3,68	13,25	11,04	
Thy	0,00	0,74	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	
Imaturo;	5,15	6,63	38,19	7,36	13,99	4,42	4,42	
Outros	0,00	0,00	2,95	0,00	2,95	0,00	0,00	

¹ Áreas do estudo, onde, M9, M22, P5, P17, P22, MN e P0 são as siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na Tabela 2.

Fonte: Schneider, 2013.

A M22 foi a segunda área com maior teor de Ca/Mg e valor de Ma0-5, podendo-se assim comprovar que o grupo Pseudoescorpionida está correlacionado às áreas MN, com os maiores teores de MO, Ca/Mg e número de macroporos nos centímetros iniciais, e M22 com os segundo maior teor de Ca/Mg e número de macroporos.

Coerente com a ADR para variação da densidade de organismos edáficos e variáveis químico-físicas do solo considerando as três épocas de amostragem, pode-se concluir que: o grupo Hemiptera apresentou correlação com a variável Fe; Diplura e Acarina com a variável Cu; Isopoda, Isoptera, organismos imaturos, Chilopoda, Aranea, Oligochaeta, Hymenoptera, outros organismos e Pseudoescorpionida, foram correlacionados positivamente com as variáveis MO, Ca, Ma0-5, Umidade e Ca/Mg; o grupo Pseudoescorpionida se destaca na correlação positiva com MO, Ca/Mg e Ma0-5.

4.1.6 Índices ecológicos para mesofauna edáfica

Considerando os três períodos de amostragem (primavera, verão e outono), para avaliação dos índices ecológicos, utilizou-se o procedimento estatístico multivariado denominado: Análise de Componentes Principais (ACP) (Figura 13).

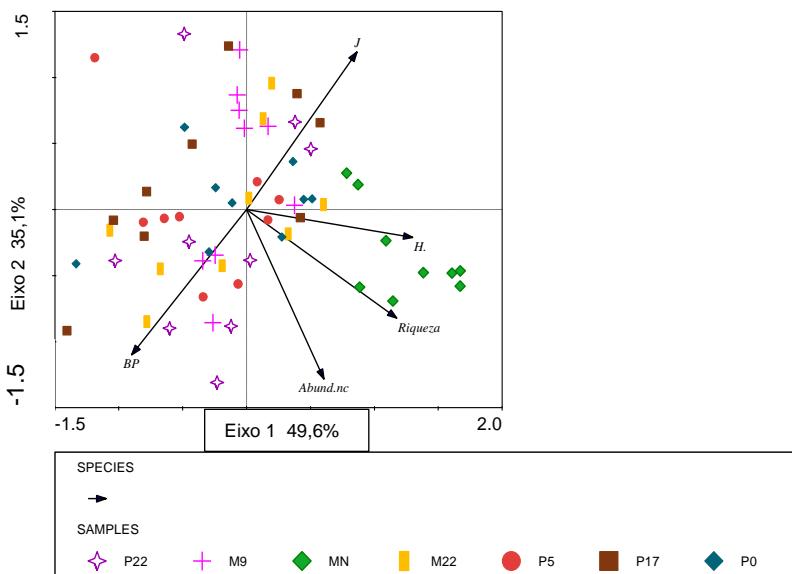
A ACP, utilizada para avaliar as semelhanças e relações entre os diferentes manejos e tempos de descarte de resíduos animais no solo com os índices ecológicos: Diversidade de Shannon-Wiener (H'); Riqueza, Abundância; Equitabilidade (J); e Dominância de Berger Parker (BP), explicou 84,7% da variabilidade total desses índices nas áreas estudadas. Desse total, o eixo 1 explicou 49,6% e o eixo 2 35,1%.

De acordo com a ACP, a MN apresentou maior força de relação com os índices diversidade H' , Riqueza e Abundância. Para melhor analisar esse resultado, na tabela 15 estão os valores médios de cada coleta, assim como a média de todas as épocas de amostragem para cada índice calculado.

O índice médio H' da MN nas três épocas de coleta foi 0,66, comparado à 1,73 obtido por Baretta et al. (2008) em ambiente de mata nativa no Brasil, considera-se um baixo índice de diversidade para um ambiente natural. Porém a MN utilizada

para esse estudo possui espécies exóticas invasoras em sua composição, o fragmento é pequeno, de formação vegetal secundária, podendo ser comparado ao início de zonas de amortecimento florestal.

Figura 13 - Relação entre o Eixo 1 e Eixo 2 na análise de componentes principais (ACP) para índices ecológicos dos grupos da mesofauna edáfica nas áreas M9, P5, M22, P17, P0, P22 e MN. Concórdia, SC, em três estações do ano (primavera, verão e outono). (J; Índice de Equitabilidade de Shannon-Wiener; H= Índice de diversidade de Shannon-Wiener; BP= Índice de Dominância de Berger Parker; Riqueza= Riqueza dos grupos da fauna edáfica; Abund= Abundância dos grandes grupos da fauna edáfica).



Fonte: Schneider, 2013

Concordando com a tabela 15 a MN apresentou a maior Riqueza média referente às três épocas de amostragem no valor de 7,89, a ACP destaca essa correlação positiva entre MN e Riqueza de organismos (Figura 13).

A P17 obteve o menor valor médio de Riqueza e Abundância para as três épocas de amostragem (Tabela 15). Percebe-se na ACP a menor relação entre a P17 e esses índices ecológicos (Figura 13).

Segundo Barreta et al. (2011) a equitabilidade (*J*) tem relação com o padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies, portanto, é inversamente proporcional a dominância (BP), efeito observado na ACP (Figura 13). A MN foi a área que obteve o menor BP (0,37) e o maior *J* (0,81), ou seja, a área com menor dominância de organismos e a maior equidade na distribuição desses nos grupos (Tabela 15).

Tabela 15 - Média da Riqueza, Abundância, Diversidade, Equitabilidade e Dominância da Mesofauna Edáfica nas áreas com diferentes manejos e tempos de descarte de resíduos animais em Concórdia, SC, em três estações do ano. (Método de coleta: Berlese).

Época	Áreas ^{/1}	Abundância ^{/2}	Índices Ecológicos			
			Riqueza ^{/3}	H ^{/4}	J ^{/5}	BP ^{/6}
Setembro/2011 Primavera	P22	16,11	2,00	0,20	0,40	0,58
	M9	8,00	2,11	0,22	0,70	0,54
	MN	21,56	6,11	0,63	0,81	0,47
	M22	11,11	2,44	0,29	0,56	0,68
	P5	5,11	1,89	0,23	0,70	0,60
	P17	12,22	2,22	0,20	0,61	0,58
	P0	26,22	4,33	0,21	0,80	0,51

^{/1} Áreas, onde, P22, M9, P5, P17, P22 e MN são as siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na tabela 2. ^{/2} Riqueza média referente aos grupos da fauna edáfica em diferentes tratamentos de preparo e cultivo do solo. ^{/3} Abundância média da fauna edáfica nas referidas áreas. ^{/4} Índice de diversidade de Shannon-Wiener médio referente aos grupos da fauna edáfica. ^{/5} Índice de equitabilidade de Shannon-Wiener médio referente aos grupos da fauna edáfica em diferentes tratamentos de preparo e cultivo do solo. ^{/6} Índice de Dominância de Berger Parker médio das referidas áreas. Médias de 9 sub-repetições por área, época de coleta: Set/11, Dez/11 e Março/12. Continua.

Tabela 15 - Média da Riqueza, Abundância, Diversidade, Equitabilidade e Dominância da Mesofauna Edáfica nas áreas com diferentes manejos e tempos de descarte de resíduos animais em Concórdia, SC, em três estações do ano. (Método de coleta: Berlese).

Dezembro/2011	Verão	P22	84,67	5,56	0,53	0,71	0,53
		M9	41,67	4,44	0,52	0,81	0,49
		MN	91,56	11,44	0,78	0,74	0,36
		M22	26,11	4,33	0,48	0,77	0,52
		P5	42,22	4,11	0,35	0,55	0,70
		P17	4,11	1,89	0,22	0,74	0,51
		P0	20,67	4,22	0,45	0,68	0,58
Março/2012	Outono	P22	18,22	3,56	0,37	0,81	0,41
		M9	21,67	4,33	0,51	0,86	0,29
		MN	25,13	6,13	0,56	0,87	0,28
		M22	30,44	5,33	0,51	0,77	0,50
		P5	31,89	5,00	0,52	0,83	0,41
		P17	39,78	6,44	0,63	0,79	0,43
		P0	21,67	4,44	0,49	0,80	0,53
Set/11 Dez/11 Març/12 Três épocas		P22	39,67	3,70	0,37	0,64	0,51
		M9	23,78	3,63	0,42	0,79	0,44
		MN	46,08	7,89	0,66	0,81	0,37
		M22	22,56	4,04	0,43	0,70	0,56
		P5	26,41	3,67	0,37	0,69	0,57
		P17	18,70	3,52	0,35	0,71	0,51
		P0	22,85	4,33	0,38	0,76	0,54

⁷¹ Áreas, onde, P22, M9, P5, P17, P22 e MN são as siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na tabela 2.

⁷² Riqueza média referente aos grupos da fauna edáfica em diferentes tratamentos de preparo e cultivo do solo.

⁷³ Abundância média da fauna edáfica nas referidas áreas.

⁷⁴ Índice de diversidade de Shannon-Wiener médio referente aos grupos da fauna edáfica.

⁷⁵ Índice de equitabilidade de Shannon-Wiener médio referente aos grupos da fauna edáfica em diferentes tratamentos de preparo e cultivo do solo.

⁷⁶ Índice de Dominância de Berger Parker médio das referidas áreas. Médias de 9 sub-repetições por área, época de coleta: Set/11, Dez/11 e Março/12.

Conclusão.

Pode-se concluir com a ACP que os índices de diversidade foram eficientes para destacar a área de MN em relação às demais, sendo a mais diversa, rica, abundante e com maior equidade de organismos da mesofauna edáfica. A ACP foi eficiente para destacar a força de tais relações.

4.2 MACROFAUNA EDÁFICA – MÉTODO MONÓLITO TSBF

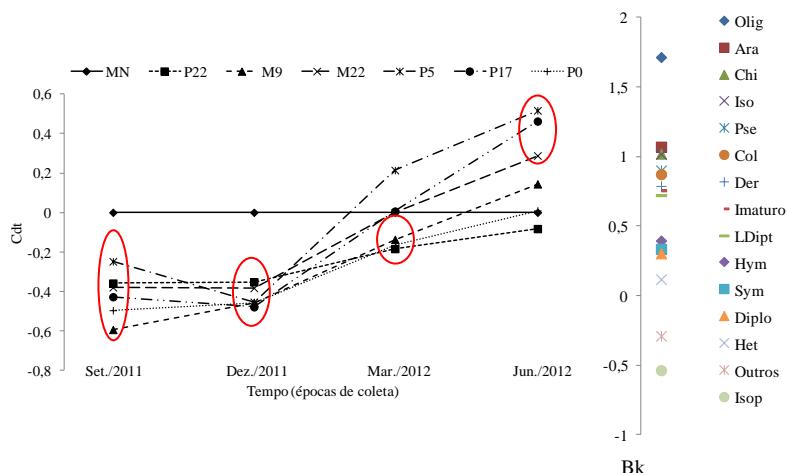
4.2.1 Análise da Curva de Resposta Principal (CRP) para comunidade de invertebrados da macrofauna edáfica em quatro diferentes épocas de amostragem

Os resultados da análise estatística multivariada dos dados coletados referente à macrofauna são apresentados (Figura 14) indicando a Curva de Resposta Principal (CRP) do efeito dos diferentes manejos e tempos de descarte de resíduos animais nas áreas do estudo. Os dados foram submetidos ao teste Mann-Whitney-Wilcoxon, através da análise não paramétrica.

A CRP (Figura 14), para avaliação do efeito dos diferentes manejos e tempos de descarte de resíduos animais nas áreas estudadas em quatro épocas de coleta sobre a densidade e peso de grupos da macrofauna do solo, revelou que 33,9% da variação total foi explicada pelo eixo canônico 1 (teste de 499 permutações de Monte Carlo $F= 20.497$; $P= 0.0020$). A variação explicada pelo fator épocas de coleta foi de 7,1%, já os tratamentos explicaram 25,9% da variação. A partir da CRP, pode-se observar a dinâmica da diferença significativa entre a MN (considerada área controle) e as demais áreas do estudo no decorrer das quatro épocas de amostragem.

No diagrama da CRP podem ser observados à direita no eixo y, os pesos (B_k) de cada variável no ordenamento da macrofauna do solo nas curvas de respostas das áreas, o tempo é apresentado no eixo x e o coeficiente canônico relativo ao controle (MN) ou a resposta principal no eixo y à esquerda (Figura 14). O peso pode ser interpretado como o peso de cada grupo taxonômico para a resposta dada no diagrama, quanto mais alto o valor, mais o real padrão de resposta do grupo é suscetível de seguir o padrão na CRP (MOSER et al., 2007).

Figura 14 – Curvas de Resposta Principal do efeito dos diferentes manejos e tempos de descarte de resíduos animais (MN, P22, M9, M22, P5, P17 e P0 com descrição e histórico referenciados na Tabela 2), em quatro épocas de coleta sobre a densidade de grupos da macrofauna do solo (Cdt – Coeficiente canônico padronizado da RDA parcial) e o peso dos grupos da macrofauna do solo (Bk) no município de Concórdia, SC. Com destaque para as diferenças entre o controle (MN) e as demais áreas. (Hym= Hymenoptera (Formiga); Ara= Araneae; Col= Coleoptera; Chi= Chilopoda; Dipt= Larva de Diptera; Dipl= Diplopoda; Olig= Oligochaeta; Ac= Acarina; Iso= Isopoda; Isop= Isoptera; Het= Heteroptera; Col= Coleoptera; Pse= Pseudoescorpionida; Sym = symphyla; Outros: organismos não identificado; Imaturo= organismos imaturos)



Fonte: Schneider, 2013

Nos meses de setembro de 2011 (primavera) e dezembro de 2011 (verão) observa-se a menor diferença entre os sistemas agrícolas do estudo. Na quarta época de coleta, junho de 2012 (inverno), pode-se observar a maior diferença entre os sistemas agrícolas, e a menor diferença entre eles e a MN.

A amostragem realizada em dezembro de 2011 (verão), aconteceu na segunda quinzena do mês, o território do estudo

estava passando por um período de estiagem prolongado (Anexo 2). No diagrama essa época é fundamental para observar o comportamento dos fragmentos agrícolas P17, P0, P5, M9 e M22. A umidade do solo nesses fragmentos atingiu uma média de 26,5%, enquanto na MN alcançou a média 37,94% e na P22 31,30%.

Nesse sentido, a adoção da mesma lotação de animais nas pastagens do sul do Brasil durante períodos de estiagem ou de chuva prolongada, além da capacidade de suporte do solo, acelera o processo de degradação dos sistemas (SILVA et al., 2004 *apud* FERREIRA et al., 2010). Portanto, as áreas P0, P5 e P17, manejadas por esse padrão na época de estiagem (dezembro de 2011), armazenaram menor quantidade de água no solo, possivelmente por apresentarem maior compactação, menor penetração de raízes, além de outros fatores.

Segundo Silva et al. (2006) para o grupo Oligochaeta a dinâmica de organismos é regulada pela variação sazonal de temperatura e umidade, além do grau de intensidade de atividades antrópicas. Nesse contexto, a CRP aponta o grupo Oligochaeta (maior Bk), com as menores densidades nas áreas mais degradadas (avaliação visual): P17; P0; e P5, durante a época de estiagem (verão).

Na terceira época de amostragem (outono) observa-se um aumento significativo na densidade dos organismos com maior peso do diagrama para todas as áreas, porém menor na P22 e P0. Considerando o manejo empregado na P0, essa maior diferença em relação a MN e ao comportamento das demais áreas, se deve, possivelmente, ao fato de que nesse fragmento o descarte de resíduo orgânico de animais confinados não ocorreu, portanto não favoreceu o aumento da densidade de Oligochaetas.

Já a P22, por ser uma área com cobertura vegetal perene e sem pisoteio animal, apresenta uma estabilidade na densidade de organismos ao longo do tempo, dificilmente irá ter um 'salto' na densidade de um determinado organismo sem alguma intervenção mais drástica. Esse comportamento pode ser observado no diagrama da CRP desde a primeira época, sendo a segunda área mais próxima da MN na primeira época de amostragem, já na amostragem de dezembro de 2011, época que ocorreu estiagem, foi o fragmento que mais se aproximou da

MN, ou seja, manteve um padrão na densidade de organismos da macrofauna edáfica e assim, dos serviços ecológicos prestados por eles em épocas de 'estresse ambiental'.

As áreas P0, P17, M9, P22, P5 e M22, em setembro e dezembro de 2011, se distanciaram da MN com um decréscimo na densidade e peso de dos grupos Oligochaeta, Aranha, Chilopoda, Isopoda e Pseudoscorpionida. Em março de 2012 (outono), essas áreas obtiveram um aumento na densidade desses organismos, alterando o padrão na curva CRP e atingindo menor desvio em relação a MN.

Destaca-se a P5 e P17 no outono, com desvio positivo e se igualando ao controle (MN) no padrão da CRP, respectivamente. Sabe-se que nessa época do ano no sul do Brasil ocorre o período crítico do planejamento forrageiro das propriedades produtoras de leite, o chamado vazio outonal, meses de março a maio (FONTANELI & SCHEFFER-BASSO, 1995). A oferta de forragem é reduzida, utilizam-se feno e silagem produzidos dos excedentes de primavera e verão, a lotação de animais nas pastagens é diminuída por falta da planta forrageira, reduzindo o pisoteio e trânsito de animais no solo durante esses meses, podendo assim, oportunizar o aumento na densidade de Oligochaeta.

Em junho de 2012 (inverno), a P5 e P17 obtiveram o desvio mais positivo em relação a MN para o padrão CRP, comparando às demais épocas estudadas. Essa situação é atribuída, principalmente, ao aumento na densidade de Oligochaeta nessas áreas (Apêndice 3). A densidade de Oligochaeta na P5 foi de 195,24 organismos m^{-2} (frequência de 60,74%) e na P17 186,90 organismos m^{-2} (frequência de 68,86%). Possivelmente essas áreas receberam altas concentrações de resíduos animais para obter alta densidade de plantas forrageiras no inverno. Alves et al. (2008) encontraram alta frequência (29 a 75%) do grupo Oligochaeta nos tratamentos em que houve adição de adubação orgânica, corroborando com o resultado do presente estudo.

Os grupos da macrofauna, Heteroptera e Diplopoda, apresentaram pouca variação em suas densidades para todas as áreas avaliadas, ao longo das quatro estações do ano, com valores de Bk próximos a 0, os resultados da densidade em quatro épocas de coleta podem ser observados no Apêndice 3.

Pesos positivos seguem o mesmo padrão da CRP, enquanto que valores negativos se comportam ao contrário da CRP (VAN DEN BRINK & TER BRAAK, 1999 *apud* MOREIRA, 2010). Sendo assim, é possível considerar que nos manejos agrícolas à medida que aumenta a colonização de invertebrados edáficos, vão atingindo um padrão próximo ou superior ao da MN, possível de se observar nas épocas março de 2012 (outono) e junho de 2012 (inverno), no diagrama da CRP e em valores de densidade no Apêndice 3.

Com a CRP pode-se concluir que os grupos: Oligochaeta, Aranha, Chilopoda e Isopoda foram grupos com maior peso (Bk), com destaque para Oligochaeta, que obteve a densidade mais influenciada pelo manejo em três diferentes épocas de coleta, possível organismo indicador de manutenção da qualidade do solo ao longo do tempo. Na ultima época de amostragem, em junho de 2012 (inverno) foi possível perceber a maior diferença entre as áreas para a densidade de organismos com maiores pesos.

4.2.2 Análise de redundância (ADR) para comunidade de invertebrados da macrofauna edáfica e de alguns atributos químicos e físicos do solo em setembro de 2011 (primavera)

Na primeira época de coleta, setembro de 2011 (primavera), a ADR, representada na Figura 15, indicou, por meio das 499 permutações de Monte Carlo ($F= 6,46$; $p= 0,002$), que existe correlação significativa entre a abundância de grupos da macrofauna edáfica e as modificações nos atributos: Ca/Mg, Mn, MO e Ca. Não considerando as variáveis ambientais, o eixo 1 explica 11,4 % do total da variância e o eixo 2 explica 4%. As variáveis ambientais explicam 20,3% do total de variação, deste, 56% é explicado pelo eixo 1 e 19,9% pelo eixo 2. As variáveis ambientais significativas do modelo foram Ca/Mg ($F=1,8$, $p=0,050$), Mn ($F=1,74$, $p=0,054$), MO ($F=2,56$, $p=0,0010$) e Ca ($F=6,43$, $p=0,002$), cujas médias em cada área amostrada estão apresentadas na tabela 16. A variável que mais explicou o eixo 1 foi a Ca (coeficiente canônico 0,6460) e o eixo 2 foi a MO (coeficiente canônico 0,7509).

As variáveis Ma5-10, Ma0-5, pH= H_2O , Fe, Mi0-5, Capacidade de Campo na profundidade de 5-10 cm, Cu, Zn, P,

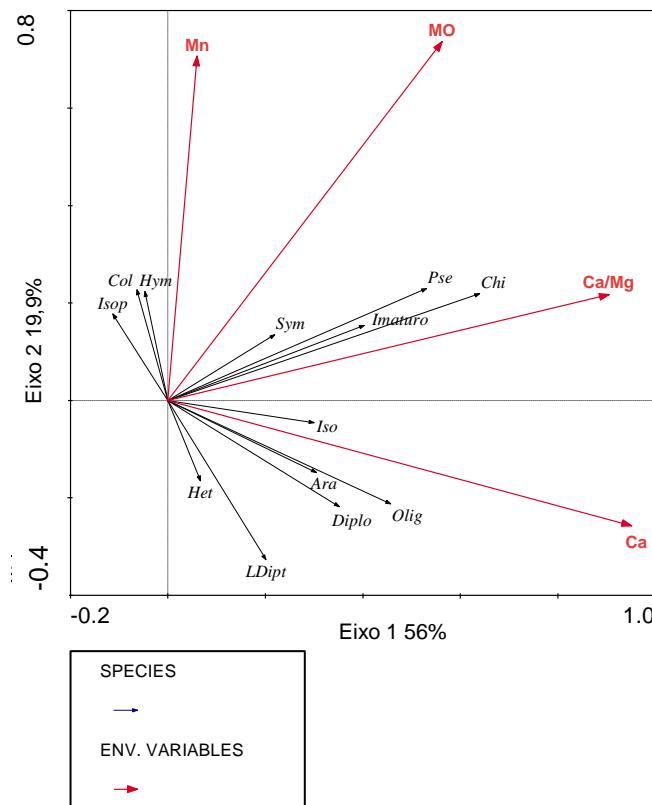
Mi5-10, Argila, Umidade, K, pH-SMP e Na também foram avaliadas porém estatisticamente não significativas por esse modelo.

Correspondente com a ADR, o atributo Ca/Mg obteve forte correlação positiva com os grupos da macrofauna Chilopoda, Pseudoscorpionida, Organismos Imaturos e Symphyla. Observa-se que o maior teor de Ca/Mg ocorreu na MN (Tabela 16), para essa área os grupos Chilopoda e Symphyla obtiveram as maiores densidades, 26,19 e 5,95 organismos m^{-2} , respectivamente (Tabela 17). O grupo Chilopoda (centopéias) possui habito noturno, passando maior parte do tempo escondido em entulhos úmidos, folhas e cascas de árvores (BARROSO et al., 2001 *apud* BARETTA et al., 2011), condições atendidas pelo ambiente da MN. Almeida et al. (2007) *apud* Baretta et al. (2011), citam que a abundância de Chilopoda depende da quantidade e qualidade da cobertura do solo.

O atributo MO foi correlacionado com os mesmos grupos citados anteriormente, Chilopoda, Symphyla, Pseudoscorpionida e Organismos imaturos. A MN foi a área com maior teor de MO (4,46%) e posteriormente a P22 com 3,67% (Tabela 16). Para o grupo Symphyla, a MN e a P22 obtiveram a mesma densidade de organismos, 5,95 m^{-2} (Tabela 17). O grupo Symphyla, embora classificado como mesofauna, pode chegar a 8 mm de comprimento e foi contabilizado para este estudo, por ser visível a olho nu. O grupo Chilopoda apresentou a segunda maior densidade na P22 (4,76 organismos m^{-2}) (Tabela 17).

Para a ADR, o atributo Ca foi fortemente correlacionado com Oligochaeta, Diplopoda, Araneae, Isoptera e Larva de Diptera. Observa-se que a densidade de Oligochaeta foi maior para as áreas de MN (110,71 organismos m^{-2}), P5 (61,90 organismos m^{-2}) e M22 (47,62 organismos m^{-2}) (Tabela 17). Nesse contexto, as áreas MN, P5 e M22 obtiveram os maiores teores de Ca, comparado às demais áreas do estudo (Tabela 16).

Figura 15 – Análise de redundância (ADR) entre a densidade da macrofauna do solo, teor de matéria orgânica (MO), Manganês (Mn), Ca (Calcio) e Ca/Mg em setembro de 2011 (Primavera) para as áreas estudadas. (MN, P22, M9, M22, P5, P17 e P0 com descrição e histórico referenciados na Tabela 2) (Hym= Hymenoptera (Formiga); Ara= Araneae; Col= Coleoptera; Chi= Chilopoda; LDipt= Larva de Diptera; Dipl= Diplopoda; Olig= Oligochaeta; Iso= Isopoda; Isop= Isoptera; Pse= Pseudoescorpionida; Sym = Symphyla; Het= Heteroptera; Imaturo= organismos imaturos).



Fonte: Schneider, 2013

O tipo de solo e vegetação influencia a abundância de Oligochaeta (minhocas), pastagens tendem a ter maior população que floresta (LAVELLE 1999 *apud* BARETTA et al., 2011). Não corroborando com isso, o presente estudo apresenta maior densidade de minhocas na MN. Esse fenômeno é atribuído, possivelmente, ao estado de degradação das pastagens e sistemas de cultivos estudados, já que o grupo Oligochaeta é sensível à compactação, pesticidas e metais pesados (PAOLETTI, 1999 *apud* BARETA et al., 2011). Destacando as áreas P0 e M9 com as menores densidades de Oligochaeta para essa época de amostragem, visivelmente são áreas degradadas (Tabela 17). A M9 em setembro de 2011 apresentava plântulas de milho, o solo estava completamente descoberto, possivelmente essa condição não foi favorável para o estabelecimento de minhocas.

Tabela 16 – Médias dos atributos Ca, Ca/Mg, Mn e MO para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em setembro de 2011 (Primavera)

Época	Áreas ¹	Ca/Mg -----mg dm ⁻³ -----	Mn cmol ₊ /dm ³	Ca cmol ₊ /dm ³	MO %
Setembro/2012 Primavera	MN	3,62	94,52	11,37	4,46
	P0	1,77	81,24	3,10	3,21
	P5	1,87	20,46	6,41	3,32
	P17	1,76	53,29	4,16	2,99
	P22	1,79	47,22	3,64	3,67
	M9	1,41	91,16	2,79	2,57
	M22	2,18	8,40	7,53	3,01

¹ Áreas do estudo, onde, M9, M22, P5, P17, P22, MN e P0 são as siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na Tabela 2.

Fonte: Schneider, 2013.

Tabela 17 – Médias da densidade de organismos da macrofauna edáfica m^{-2} para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em setembro de 2011, primavera. (Hym= Hymenoptera (Formiga); Ara= Araneae; Col= Coleoptera; Chi= Chilopoda; LDipt= Larva de Diptera; Dipl= Diplopoda; Olig= Oligochaeta; Iso= Isopoda; Isop= Isoptera; Pse= Pseudoescorpionida; Sym = Symphyla; Het= Heteroptera; Imaturo= organismos imaturos).

Grupos	Áreas ¹¹						
	P22	M9	MN	M22	P5	P17	P0
	Organismos m^{-2}						
Ara	2,38	0,00	5,95	3,57	3,57	1,19	1,19
Chi	4,76	1,19	26,19	1,19	0,00	0,00	1,19
Col	14,29	27,38	33,33	2,38	17,86	41,67	40,48
Diplo	0,00	0,00	4,76	0,00	2,38	1,19	0,00
Hym	470,24	26,19	21,43	19,05	83,33	40,48	113,10
Het	0,00	0,00	0,00	4,76	33,33	0,00	0,00
Iso	0,00	0,00	4,76	1,19	0,00	0,00	0,00
Isop	236,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ldip	1,19	0,00	17,86	151,19	15,48	11,90	0,00
OliG	44,05	5,95	110,71	47,62	61,90	34,52	10,71
Pse	0,00	0,00	3,57	0,00	0,00	0,00	0,00
Sym	5,95	0,00	5,95	0,00	0,00	0,00	0,00
Imaturo	2,38	0,00	30,95	1,19	67,86	11,90	9,52

¹¹ Áreas do estudo, onde, M9, M22, P5, P17, P22, MN e P0 são as siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na Tabela 2.

Fonte: Schneider, 2013.

Os grupos Hymenoptera (nesse estudo as formigas), Coleoptera e Isoptera não obtiveram correlação positiva com o atributo Ca na ADR. Observando a tabela 17, pode-se perceber que são os grupos onde a MN não obteve as maiores densidades de organismos. Destaca-se a P22 com maior densidade para Hymenoptera ($470,24$ organismos m^{-2}) seguida da P0 ($113,10$ organismos m^{-2}). Para o grupo Isoptera (cupins) apenas a P22 apresentou ocorrência com $236,90$ organismos m^{-2} . Considerando a resposta dos cupins às modificações do habitat, esses insetos podem ser bons bioindicadores de uso e manejo do solo (BARROS et al., 2002 *apud* BARETTA et al., 2011), o manejo dos sistemas agrícolas, deve presevar seus

efeitos positivos sobre o solo e, ao mesmo tempo, prevenir problemas com danos às culturas (CONSTANTINO & ACIOLI, 2008 apud BARETTA et al., 2011).

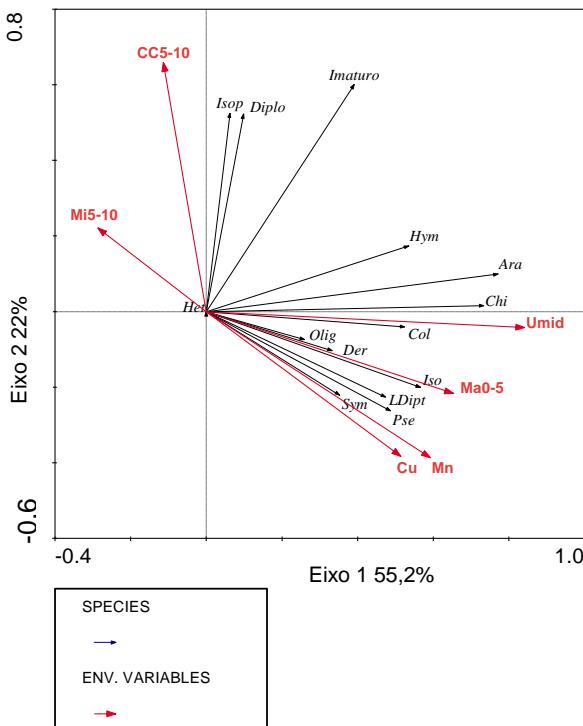
Com a ADR para a primeira época de amostragem em setembro de 2011 (primavera), pode-se concluir que os atributos Ca/Mg, Ca, Mo e Mn foram eficientes e significativos para explicar a variabilidade e ocorrência de organismos da macrofauna edáfica em diferentes sistemas de manejo do solo.

4.2.3 Análise de redundância (ADR) para comunidade de invertebrados da macrofauna edáfica e de alguns atributos químicos e físicos do solo em dezembro de 2011 (verão)

Na segunda época de coleta, dezembro de 2011 (verão), a ADR, representada pela Figura 16, indicou, por meio das 499 permutações de Monte Carlo ($F= 9,78$; $p= 0,002$), que existe relação entre a abundância de grupos da macrofauna edáfica e as modificações nos atributos: Mn, Capacidade de Campo na profundidade de 5-10 cm (CC5-1), Microporos na profundidade 5-10 cm (Mi5-10), Macroporos na profundidade 0-5 cm (Ma0-5), Cu e Umidade. Não considerando as variáveis ambientais, o eixo 1 explica 21 % do total da variância e o eixo 2 explica 8,4%. As variáveis ambientais explicam 38,1% do total de variação, deste 55,2% é explicado pelo eixo 1 e 22% pelo eixo 2. As variáveis ambientais significativas do modelo foram Mn ($F=3,31$, $p=0,012$), CC0-5 ($F=2,70$, $p=0,020$), Mi0-5 ($F=5,10$, $p=0,006$), Ma0-5 ($F=2,62$, $p=0,03$), Umidade ($F=9,78$, $p=0,002$) e Cu ($F=3,74$, $p=0,002$), cujas médias em cada área amostrada estão apresentadas na tabela 18.

As variáveis Ma5-10, Ca, pH-H₂O, Zn, Argila, Mi0-5, Mg, K, Fe, Na, MO e P também foram avaliadas porém estatisticamente não significativas por esse modelo.

Figura 16 – Análise de redundância (ADR) entre a densidade da macrofauna do solo, Microporos na profundidade de 0-5 cm (Mi0-5), Capacidade de campo 5-10 cm (CC5-10 cm), Umidade, Macroporos 0-5 cm (Ma0-5), Mn e Cu em dezembro de 2011 (verão) para as áreas estudadas. (MN, P22, M9, M22, P5, P17 e P0 com descrição e histórico referenciados na Tabela 2) (Hym= Hymenoptera (Formiga); Ara= Araneae; Col= Coleoptera; Chi= Chilopoda; LDipt= Larva de Diptera; Dipl= Diplopoda; Olig= Oligochaeta; Iso= Isopoda; Isop= Isoptera; Pse= Pseudoescorpiónida; Sym = Symphyla; Het= Heteroptera; Imaturo= organismos imaturos).



Fonte: Schneider, 2013

Conforme a ADR (Figura 16), observa-se correlação positiva dos grupos Isoptera e Diplopoda com a umidade na Capacidade de Campo para a profundidade de 5-10 cm (CC5-10). Essa correlação é atribuída ao fragmento P22, haja vista ser a área com o maior valor (41,97%) da variável CC5-10 cm (Tabela 18) e com as maiores densidades para Isoptera (84,52 organismos m⁻²) e Diplopoda (5,95 organismos m⁻²) (Tabela 19).

A capacidade de campo representa o conteúdo de água retida no solo após o excesso de água ter sido drenado e o movimento de água tornar-se desprezível (MEYER & GEE, 1999), também chamada de limite superior da água disponível. Nesse contexto, a P22 apresenta-se com predominância de microporos (Tabela 18), tornando o solo menos drenável, principalmente quando passado o estado de saturação. Como a época de coleta foi de estiagem, percebe-se que a P22 foi o sistema agrícola de maior teor de umidade no solo (31,30%), perdendo apenas para a MN (Tabela 18). Possivelmente a P22 foi o sistema agrícola que oportunizou a manutenção de água no solo, pela cobertura perene que apresenta, impedindo perdas por evaporação e por deter essa dinâmica na distribuição de tamanho de poros, manteve a água retida nos microporos, limitando maior drenagem.

Sabe-se que o grupo Diplopoda é sensível à baixa umidade do habitat, a população aumenta com a produtividade vegetal (biomassa) e apresentam relação direta com a precipitação pluvial (UHLIG, 2005 *apud* BARETTA et al., 2011). Concordando, o presente estudo aponta o grupo Diplopoda como indicador de qualidade do solo, principalmente quando ocorre em solos na época de estiagem (Anexo 2).

De acordo com a ADR, os atributos Umidade, Macroporos na profundidade 0-5 cm, teor de Mn e Cu no solo foram correlacionados aos grupos Symphyla, Pseudoscorpionida, Larva de Diptera, Isopoda, Dermaptera, Oligochaeta, Coleoptera, Chilopoda, Araneae e Hymenoptera. Todos esses grupos foram mais abundantes na MN, sendo a área com maior teor de Cu e Mn para essa época de amostragem, assim como umidade e Ma0-5. Por ser o fragmento com maior cobertura vegetal manteve a umidade do solo, possibilitando a manutenção da densidade de organismos.

Seguinte a MN, a P22 destaca-se para o teor de umidade, com a segunda maior densidade de Chilopoda e Araneae.

Como já mencionado para o grupo Chilopoda a abundância de organismos depende da qualidade e quantidade da cobertura vegetal, já foi relacionado com a P22 na coleta de primavera. Para o grupo Araneae, sabe-se que algumas famílias têm sido relatadas em diversos estudos como indicadores de qualidade do solo, presença ou ausência pode indicar o grau de intervenção antrópica em florestas (BARETTA et al., 2007), porém nesse estudo classificou-se apenas o grupo, não possibilitando uma avaliação aprofundada.

Tabela 18 – Médias dos atributos Cu, Mn, CC5-10 (umidade na Capacidade de Campo na profundidade 5-10 cm), Mi5-10, Umidade e Ma0-5 para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em dezembro de 2011 (verão).

Época	Áreas ¹¹	Mn	Cu	CC5-10	Mi5-10	Umida	Ma0-5
		-----mg dm ⁻³ -----			%	%	
Dezembro/11 Verão	MN	112,7	23,92	36,24	41	37,94	34
	P0	70,89	20,80	39,01	44	22,87	20
	P5	17,80	15,97	40,34	46	26,75	20
	P17	36,03	18,57	38,57	43	26,62	20
	P22	31,92	8,79	41,97	46	31,30	19
	M9	57,76	14,86	40,23	46	26,61	22
	M22	9,01	7,42	38,92	45	26,87	24

¹¹ Áreas do estudo, onde, M9, M22, P5, P17, P22, MN e P0 são as siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na Tabela 2.

Fonte: Schneider, 201

A ADR para organismos da macrofauna edáfica e atributos físico-químicos do solo em dezembro de 2011 (verão), possibilitou concluir que as características físicas do solo em época de estiagem determinam a manutenção da umidade e a ocorrência de organismos edáficos, destacando o grupo Diplopoda como indicador de qualidade do solo para essas condições. Foi uma análise eficiente para apontar os atributos Umidade do solo, Macroporosidade na camada 0-5 cm,

Capacidade de Campo na camada de 5-10 cm, Microporosidade na profundidade 5-10 cm, Mn e Cu, como conjunto de variáveis explicativas para a variabilidade de ocorrência dos grupos da macrofauna edáfica para as áreas do estudo.

Tabela 19 – Médias da densidade de organismos da macrofauna edáfica m^{-2} para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em dezembro de 2011, verão. (Hym= Hymenoptera (Formiga); Ara= Araneae; Col= Coleoptera; Chi= Chilopoda; LDipt= Larva de Diptera; Dipl= Diplopoda; Olig= Oligochaeta; Iso= Isopoda; Isop= Isoptera; Pse= Pseudoescorpionida; Sym = Symphyla; Het= Heteroptera; Imaturo= organismos imaturos).

^{1/} Áreas do estudo, onde, M9, M22, P5, P17, P22, MN e P0 são

Grupos	Áreas ^{1/}						
	P22	M9	MN	M22	P5	P17	P0
	Organismos m^{-2}						
Ara	7,14	0,00	39,29	0,00	0,00	1,19	1,19
Chi	2,38	1,19	16,67	0,00	0,00	0,00	0,00
Col	13,10	7,14	39,29	3,57	21,43	2,38	5,95
Der	0,00	0,00	1,19	0,00	0,00	0,00	0,00
Diplo	5,95	0,00	1,19	3,57	0,00	0,00	0,00
Hym	65,48	7,14	77,38	97,62	9,52	4,76	22,62
Iso	0,00	0,00	28,57	0,00	0,00	0,00	0,00
Isop	84,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ldip	0,00	0,00	16,67	3,57	0,00	0,00	0,00
OliG	2,38	0,00	7,14	4,76	0,00	0,00	0,00
Pse	0,00	0,00	2,38	0,00	0,00	0,00	0,00
Sym	0,00	0,00	1,19	0,00	0,00	0,00	0,00
Imaturo	10,71	0,00	4,76	0,00	0,00	0,00	0,00

as siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na Tabela 2.

Fonte: Schneider, 2013.

4.2.4 Análise de redundância (ADR) para comunidade de invertebrados da macrofauna edáfica e de alguns atributos químicos e físicos do solo em março de 2012 (outono)

Na terceira época de amostragem, março de 2012 (outono), a ADR, representada pelo diagrama da Figura 17, indicou, por meio das 499 permutações de Monte Carlo ($F=4,08$; $p=0,0040$), que existe relação entre a abundância de grupos da macrofauna edáfica e as modificações nos atributos: MO, Zn e K. Não considerando as variáveis ambientais, o eixo 1 explica 8,2 % do total da variância e o eixo 2 explica 3,9 %. As variáveis ambientais explicam 14,2% do total de variação, deste 59,9% é explicado pelo eixo 1 e 27,2% pelo eixo 2. As variáveis ambientais significativas do modelo foram MO ($F=4,08$, $p=0,004$), Zn ($F=2,33$, $p=0,002$), K ($F=1,99$, $p=0,0018$), cujas médias em cada área amostrada estão apresentadas na tabela 20. A variável que mais explicou o eixo 1 foi a MO (coeficiente canônico 0,8911) e para o eixo 2 foi Zn (coeficiente canônico 0,9985).

As variáveis Macroporosidade na profundidade 0-5 cm e 5-10 cm, Fe, Cu, pH-H₂O, Microporosidade na profundidade 0-5 e 5-10 cm, Na, Mn, Mg, Al, umidade na Capacidade de Campo e Argila também foram avaliadas porém estatisticamente não significativas por esse modelo.

Segundo a ADR (Figura 17), a variável Zn apresentou correlação positiva com os grupos Oligochaeta e Symphyla. De acordo com Nahmani & Lavelle (2002) *apud* Baretta et al. (2011), o grupo Oligochaeta não suporta concentrações maiores que 2.000 mg kg⁻¹ de Zn. Porém, no presente estudo a maior concentração de Zn foi encontrada na P17 e P5, com 20,73 mg dm⁻³ (20,73 mg kg⁻¹) e 16,23 mg dm⁻³ (16,23 mg kg⁻¹), respectivamente, ou seja, teores abaixo do valor limitante para ocorrência de Oligochaeta (Tabela 20). Compatível com a indicação da ADR, as áreas P17 e P5 obtiveram as maiores densidades de Oligochaeta (Tabela 21).

Nesse período de amostragem ocorre o vazio outonal de forragem, com a oferta de pasto reduzida, ocorre menor pisoteio animal e maior descarte de resíduo orgânico para elevar a produção de forragem no inverno, possivelmente esse fenômeno propiciou o aumento na densidade de Oligochaetas. Em

concordância Alves et al. (2008) encontraram maior densidade de minhocas em áreas com descarte de resíduo orgânico.

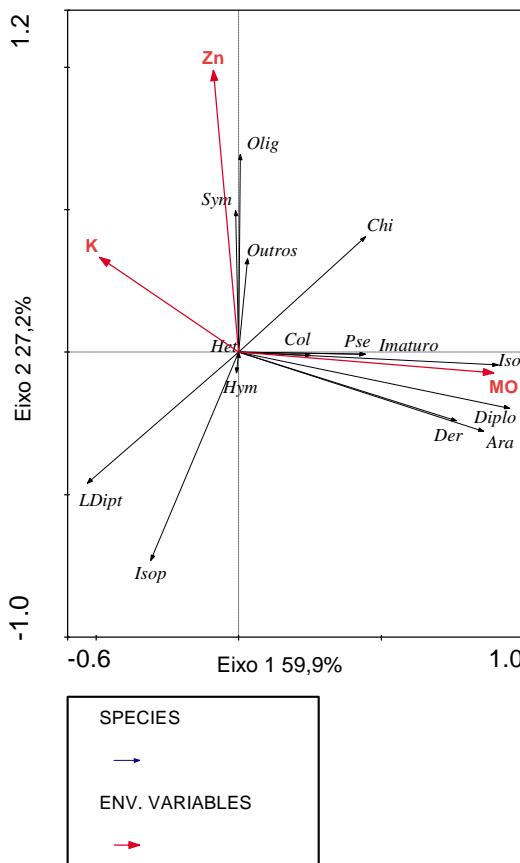
Sabe-se que a Oligochaeta (minhocas) têm o potencial para acumular níveis significativos de Zn, e assim a ingestão de minhoca pode resultar em transferência de Zn para níveis tróficos superiores (por exemplo, vários pássaros e pequenos mamíferos) (KIZILKAYA, 2005). Dessa forma é possível que o Zn adicionado no solo ao longo do tempo pelo descarte de resíduos animais, pode ser transferido para outros níveis tróficos, se tornando um passivo ambiental.

A ADR aponta correlação positiva do atributo K com Oligochaeta e Symphyla, essa relação é mais fraca para esses grupos quando comparada com o atributo Zn. Entretanto, observa-se a maior concentração de K nas mesmas áreas que Zn, P17 ($410,67 \text{ mg dm}^{-3}$) e na P5 ($385,00 \text{ mg dm}^{-3}$) (Tabela 20). Como as faixas de interpretação dos teores de K no solo variam conforme a Capacidade de Troca de Cátions (CTC a pH-7), os valores da CTC para P17 e P5 foram $6,97$ e $8,42 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente (Apêndice 1), sendo assim, considerados teores muito altos (CQFS-RS/SC, 2004). Todavia, avaliando todas as áreas, considera-se para todas elas um teor alto ou muito alto de K.

De acordo com a ADR, o grupo Isoptera (cupins) não obteve forte correlação com os atributos apresentados. A maior densidade desse grupo ocorreu na P0 ($77,38 \text{ organismos m}^{-2}$) e na P22 ($15,48 \text{ organismos m}^{-2}$). A ocorrência de Isoptera é comum em pastagens, e pode estar associada ao fato de serem capazes de retirar eficientemente nutrientes da serapilheira de gramíneas, diminuindo, assim, a competitividade de outros organismos saprófagos que habitam com facilidade ambientes com maior qualidade do material vegetal (AQUINO et al., 2008 *apud* BARETTA et al., 2011).

Em conformidade com a ADR, a variável MO obteve correlação positiva com os grupos Isopoda, Diplopoda, Dermaptera e Araneae (Figura 17). O maior teor de MO foi observado na MN (Tabela 20). As maiores densidades de organismos para esses grupos também ocorreu na MN (Tabela 21).

Figura 17 – Análise de redundância (ADR) entre a densidade da macrofauna do solo, teor de matéria orgânica (MO), Potássio (K) e Zn (Zinco) em março de 2012 (outono) para as áreas estudadas. (MN, P22, M9, M22, P5, P17 e P0 com descrição e histórico referenciados na Tabela 2) (Hym= Hymenoptera (Formiga); Ara= Araneae; Col= Coleoptera; Chi= Chilopoda; LDipt= Larva de Diptera; Dipl= Diplopoda; Olig= Oligochaeta; Iso= Isopoda; Isop= Isoptera; Pse= Pseudoescorcionida; Sym = Symphyla; Het= Heteroptera; Imaturo= organismos imaturos).



Fonte: Schneider, 2013

O grupo Araneae, encontrado em maior densidade na MN (16,67 organismos m⁻²), ocorre em ambiente mais equilibrado e é sensível a poluição do solo por metais pesados (BUCHS, 2001 *apud* BARETTA et al., 2011). O grupo Isopoda (tatu bola), com maior ocorrência na MN, é considerado decompositor primário, se alimenta preferencialmente de material vegetal em decomposição, as características da matéria orgânica e do solo, além das condições climáticas do ambiente, interferem diretamente no desenvolvimento desses organismos (LOUREIRO et al., 2006).

Tabela 20 – Médias dos atributos Zn, K e MO para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em março de 2012 (Outono)

Época	Áreas ⁷¹	Zn	K	MO
		-----mg dm ⁻³ -----	%	
Março/2012 Outono	MN	11,30	212,67	3,87
	P0	4,47	329,33	2,67
	P5	16,23	385,00	2,57
	P17	20,73	410,67	2,40
	P22	8,43	371,67	2,50
	M9	14,13	106,67	2,13
	M22	11,83	222,00	2,53

⁷¹ Áreas do estudo, onde, M9, M22, P5, P17, P22, MN e P0 são as siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na Tabela 2.

Fonte: Schneider, 2013.

Através da ADR para os atributos químico-físicos do solo e macrofauna edáfica amostrados em março de 2012 (outono), foi possível identificar que teor de Zn, MO e K foram significativos para explicar a variabilidade dos grupos da macrofauna do solo nos ambientes do estudo. Destaca-se a MO com forte correlação para os grupos Diplopoda, Araneae, Dermaptera e Isopoda.

Tabela 21 – Médias da densidade de organismos da macrofauna edáfica m^{-2} para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em março de 2012, outono. (Hym= Hymenoptera (Formiga); Ara= Araneae; Col= Coleoptera; Chi= Chilopoda; LDipt= Larva de Diptera; Dipl= Diplopoda; Olig= Oligochaeta; Iso= Isopoda; Isop= Isoptera; Pse= Pseudoescorpiónida; Sym = Symphyla; Het= Heteroptera; Imaturo= organismos imaturos).

Grupos	Áreas ¹¹						
	P22	M9	MN	M22	P5	P17	P0
	Organismos m^{-2}						
Ara	0,00	1,19	16,67	0,00	1,19	1,19	1,19
Chi	0,00	3,57	13,10	7,14	2,38	16,67	0,00
Col	10,71	1,19	25,00	9,52	19,05	19,05	26,19
Der	0,00	0,00	4,76	1,19	0,00	0,00	0,00
Diplo	0,00	0,00	3,57	0,00	0,00	0,00	0,00
Hym	19,05	7,14	60,71	4,76	42,86	10,71	21,43
Iso	0,00	2,38	5,95	0,00	0,00	0,00	0,00
Isop	15,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	77,38
Ldip	0,00	0,00	0,00	0,00	1,19	0,00	3,57
OliG	0,00	4,76	2,38	15,48	84,52	23,81	0,00
Pse	0,00	0,00	2,38	0,00	0,00	0,00	0,00
Sym	0,00	0,00	2,38	0,00	2,38	8,33	1,19
Outros	0,00	13,10	0,00	0,00	0,00	2,38	2,38
Imaturo	0,00	0,00	4,76	0,00	0,00	0,00	0,00

¹¹ Áreas do estudo, onde, M9, M22, P5, P17, P22, MN e P0 são as siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na Tabela 2.

Fonte: Schneider, 2013.

4.2.5 Análise de redundância (ADR) para comunidade de invertebrados da macrofauna edáfica e de alguns atributos químicos e físicos do solo em junho de 2012 (inverno)

Na quarta época de amostragem, junho de 2012 (inverno), a ADR, representada pela Figura 18, indicou, por meio das 499 permutações de Monte Carlo ($F= 2,75$; $p= 0,002$), que existe relação entre a abundância de grupos da macrofauna edáfica e as modificações nos atributos: Cu, pH-H₂O, Macroporosidade 5-10 cm. Não considerando as variáveis

ambientais, o eixo 1 explica 5,6 % do total da variância e o eixo 2 explica 3,2%. As variáveis ambientais explicam 11,2% do total de variação, deste 50,1% é explicado pelo eixo 1 e 28,5% pelo eixo 2. As variáveis ambientais significativas do modelo foram Ma5-10 ($F = 2,75, p=0,002$), Cu ($F = 1,94, p = 0,018$), pH-H₂O ($F = 1,75, p = 0,038$), cujas médias em cada área amostra da estação apresentadas na tabela 22. A variável que mais explicou o eixo 1 foi a Macroporosidade na profundidade de 5-10 cm (Ma5-10) (coeficiente de variação 0,8738) e o eixo 2 foi pH-H₂O (coeficiente de variação 0,8558).

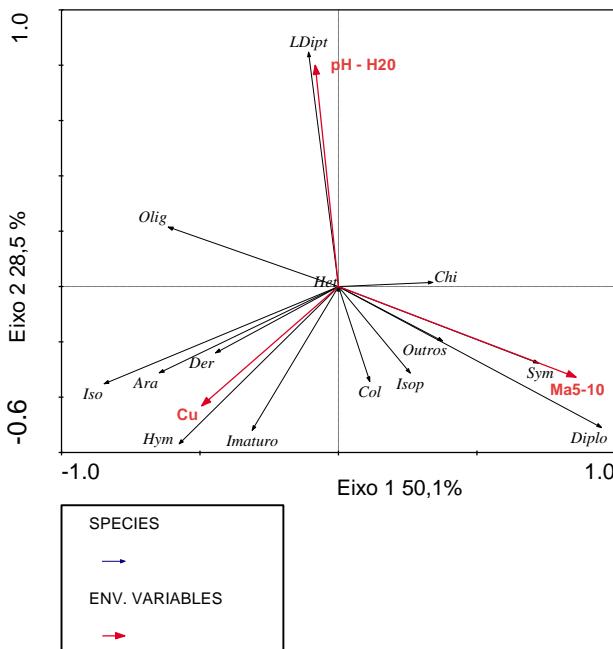
As variáveis K, Mi5-10, CC5-10, MO, Argila, Mi0-5, P, Na, Mn, Mg, Zn, Al, Ma0-5, Umidade e Fe também foram avaliadas, porém estatisticamente não significativas por esse modelo.

Em conformidade com a ADR, o atributo pH-H₂O apresentou correlação positiva com larva de Diptera. Porém, em pesquisa realizada no Reino Unido, Briones et al. (1997), utilizaram um solo com alto teor de matéria orgânica e com pH baixo para ensaios de laboratório, para analisar o comportamento de larvas de Diptera, de acordo com a pesquisa as larvas foram dependentes do estado das camadas superiores do solo e da umidade, foram reduzidas em altas temperaturas e teores de umidade mais baixos, porém resistiram ao baixo pH do solo. Sabe-se que larvas de Diptera habitam o solo e são importantes em uma ampla variedade de ecossistemas florestais e agroecossistemas (FROUZ, 1999).

O grupo larvas de Diptera apresentou a maior densidade de organismos para o inverno de 2012 na área M22, com 120,24 organismos m⁻² (Tabela 23). O sistema agrícola M22 foi o que obteve maior valor de pH-H₂O (6,51) (Tabela 22). Nesse sentido a correção apontada pela ADR é atribuída ao fragmento M22, essa área recebeu 5 toneladas de calcário ha⁻¹ em 2008, por esse motivo resultou no pH mais elevado.

A ADR aponta correlação entre a macroporosidade na profundidade de 5-10 cm (Ma5-10) com os grupos Diplopoda e Symphyla. A MN foi o fragmento desse estudo que apresentou a maior quantidade de Ma5-10 (33%) (Tabela 22), assim como a maior densidade de Diplopoda e Symphyla (Tabela 23).

Figura 18 – Análise de redundância (ADR) entre a densidade da macrofauna do solo, teor de Cobre (Cu), pH-H₂O (pH em água) e Ma5-10 em junho de 2012 (inverno) para as áreas estudadas. (MN, P22, M9, M22, P5, P17 e P0 com descrição e histórico referenciados na Tabela 2) (Hym= Hymenoptera (Formiga); Ara= Araneae; Col= Coleoptera; Chi= Chilopoda; LDipt= Larva de Diptera; Dipl= Diplopoda; Olig= Oligochaeta; Iso= Isopoda; Isop= Isoptera; Sym = Symphyla; Het= Heteroptera; Imaturo= organismos imaturos).



Fonte: Schneider, 2013.

Sabe-se que o grupo Symphyla pode migrar verticalmente em resposta a variação na temperatura do solo e umidade (WATERHOUSE, 1968 *apud* MORAIS et al., 2009). Além disso, a intensificação da agricultura pode reduzir a biodiversidade desse grupo, no entanto, pouco se sabe sobre os

efeitos dessas transformações no solo para comunidades de Symphyla no Brasil (MORAIS et al., 2009). Pelo fato de migrar verticalmente no solo, a macroporosidade na profundidade de 5-10 cm pode ter colaborado com a permanência da comunidade de Symphyla no ambiente, efeito atribuído à MN.

De acordo com a ADR (Figura 18) o atributo Cu mostrou-se correlacionado com os grupos Hymenoptera, Isopoda, Aranea e Dermaptera. As maiores densidades de Cu foram obtidas na P17 e M9, com 27 e 25,53 mg dm⁻³, respectivamente (Tabela 22). A P17 apresentou a maior densidade do grupo Isopoda (7,14 organismos m⁻²) (Tabela 23).

Tabela 22 – Médias dos atributos Cu, pH-H₂O e Macroporosidade na profundidade 5-10 cm, para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em junho de 2012 (inverno)

Época	Áreas ^{/1}	Cu mg dm ⁻³	pH-H ₂ O 1:1	Ma5-10 %
Junho/2012 Inverno	MN	17,68	5,41	33
	P0	11,70	4,78	21
	P5	17,52	5,81	17
	P17	27,00	5,22	19
	P22	11,99	4,73	18
	M9	25,53	5,23	17
	M22	12,21	6,51	16

¹ Áreas do estudo, onde, M9, M22, P5, P17, P22, MN e P0 são as siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na Tabela 2.

Fonte: Schneider, 2013.

Atualmente, alguns estudos estão focados para o grupo Isopoda, pelo poder desse grupo para bioacumular grandes quantidades de metais pesados, ele têm sido usado como modelo em ecotoxicologia terrestre e, portanto, têm um grande potencial para ser empregado como biomonitor durante fitoremedação de áreas contaminadas (QUADROS, 2010). De acordo com Mattias (2006) o teor de Cu apresentado pelos fragmentos P17 e M9 é passível de investigação, porém não existem estudos afirmando qual seria o teor máximo permitido de

Cu para os solos brasileiros. Nesse sentido, na produção de suínos e aves é utilizado Cu nas rações, o resíduo contendo o que não foi aproveitado é depositado no solo, possivelmente refletindo em teores elevados como resultou na P17 e M9 (Tabela 22).

Tabela 23 – Médias da densidade de organismos da macrofauna edáfica m^{-2} para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em junho de 2012, inverno. (Hym= Hymenoptera (Formiga); Ara= Araneae; Col= Coleoptera; Chi= Chilopoda; LDipt= Larva de Diptera; Dipl= Diplopoda; Olig= Oligochaeta; Iso= Isopoda; Isop= Isoptera; Pse= Pseudoescorpiónida; Sym = Symphyla; Het= Heteroptera; Imaturo= organismos imaturos).

Grupos	P22	M9	MN	Áreas ¹			
				M22	P5	P17	P0
	Organismos m^{-2}						
Ara	1,19	2,38	0,00	0,00	0,00	2,38	0,00
Chi	2,38	16,67	8,33	1,19	11,90	0,00	0,00
Col	3,57	4,76	9,52	9,52	23,81	35,71	17,86
Der	0,00	2,38	0,00	0,00	7,14	7,14	0,00
Diplo	0,00	0,00	5,95	1,19	0,00	1,19	0,00
Hym	51,19	22,62	3,57	1,19	38,10	30,95	3,57
Iso	2,38	3,57	0,00	0,00	1,19	7,14	0,00
Isop	33,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	89,29
Ldip	0,00	1,19	0,00	120,24	41,67	0,00	5,95
OliG	1,19	39,29	4,76	75,00	195,24	186,90	15,48
Sym	0,00	0,00	7,14	0,00	2,38	0,00	0,00
Outros	0,00	0,00	2,38	0,00	0,00	0,00	0,00
Imaturo	1,19	1,19	0,00	0,00	0,00	15,48	2,38

¹¹ Áreas do estudo, onde, M9, M22, P5, P17, P22, MN e P0 são as siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na Tabela 2.

Fonte: Schneider, 2013.

Pode-se concluir através da ADR, na amostragem de inverno, que os atributos macroporosidade na profundidade 5-10 cm, pH-H₂O e Cu foram os atributos que explicaram a variabilidade dos grupos da macrofauna edáfica nas áreas avaliadas.

4.2.6 Análise de redundância (ADR) para comunidade de invertebrados da macrofauna edáfica e de alguns atributos químicos e físicos do solo em quatro estações do ano

Para as quatro épocas de amostragem pelo método Monólito-TSBF (primavera, verão, outono e inverno) a ADR (Figura 19) apresentada, indicou, por meio das 499 permutações de Monte Carlo ($F = 7,43$; $p = 0,002$), que existe relação entre a abundância de grupos da macrofauna edáfica e as modificações nos atributos: Cu, Capacidade de Campo na profundidade 5-10 cm, Macroporosidade 5-10 cm, MO, K e Ca. Não considerando as variáveis ambientais, o eixo 1 explica 5,2 % do total da variância e o eixo 2 explica 1,7%. As variáveis ambientais explicam 9,3 % do total de variação, deste 55,8% é explicado pelo eixo 1 e 18,4 % pelo eixo 2. As variáveis ambientais significativas do modelo foram Ma5-10 ($F = 7,43$, $p = 0,002$), Cu ($F = 3,14$, $p = 0,004$), MO($F = 2,65$, $p = 0,008$), CC5-10($F = 1,90$, $p = 0,050$), K($F = 2,04$, $p = 0,014$), Ca ($F = 4,69$, $p = 0,002$), cujas médias em cada área amostrada estão apresentadas na tabela 24. A variável que mais explicou o eixo 1 foi a Macroporosidade na profundidade de 5-10 cm (Ma5-10) (coeficiente de canônico 0,5572) e o eixo 2 foi Ca (coeficiente de canônico -0,6592).

As variáveis Mg, Mn, Umidade, Macroporos na profundidade 0-5 cm, Zn, pH-H₂O, Microporos na profundidade 5-10 cm, Al, Fe, Na, Argila, Mi0-5 cm e P também foram avaliadas, porém estatisticamente não significativas por esse modelo.

Em consenso com a ADR (Figura 19), o atributo K apresentou correlação positiva com os grupos Hymenoptera e Isopoda. Nesse aspecto, observa-se que o fragmento P22 obteve a maior média para densidade de Hymenoptera (Formicidae), com 151,49 indivíduos m⁻² e Isopoda (cupins), com 92,56 organismos m⁻² (Tabela 25), e o terceiro maior valor, muito próximo dos mais elevados, para K, com 417,75 mg dm⁻³ (Tabela 24).

Para Agosti et al. (2000), as formigas apresentam naturalmente uma grande dominância numérica em relação aos outros animais presentes em um *habitat*, totalizando mais de 10% da biomassa desses animais. Porém esse comportamento não foi igual em todas as áreas avaliadas, demonstrando que embora haja dominância numérica do grupo Hymenoptera (Formigas) em

uma determinada área, sua dominância em relação a outros invertebrados não depende exclusivamente de sua elevada prevalência natural, como consta na tabela 25, predominância de outros organismos para as outras áreas do estudo.

Em face disso, observa-se que os teores de K foram crescentes de acordo com o uso do solo para pastagens, podendo ser observado maiores teores nas áreas com cultivo de forragem anual (P5, P17 e P22), que nas áreas com cultivo de milho, pastagem natural e mata nativa (M22, M9, P0 e MN) (Tabela 24). Duxião et al., (1999) *apud* Baretta et al. (2011), relatam que o grupo Hymenoptera (Formicidae) estão relacionados a solos contendo elevadas concentrações de K e P.

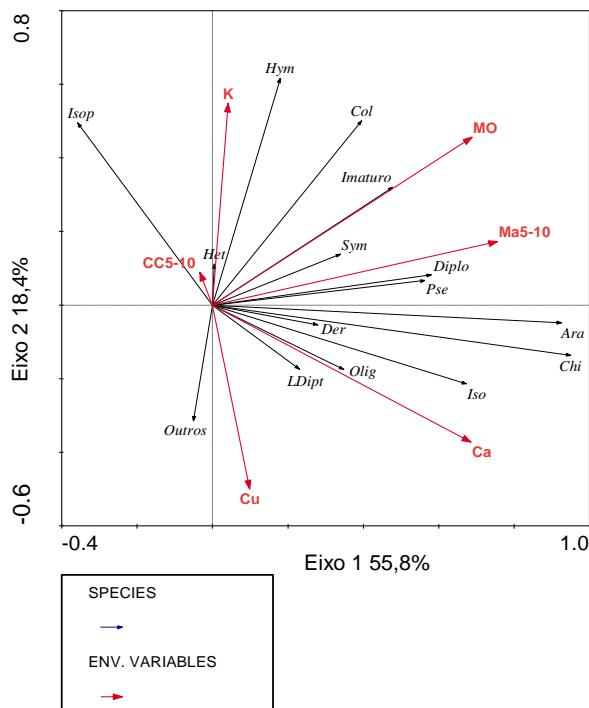
No presente estudo a forte correlação positiva entre o atributo K e o grupo Hymenoptera, apontada pela ADR, se deve as concentrações de K nas áreas P5 e P22 (Tabela 24), e maior densidade de organismos do grupo Hymenoptera (Formicidae) na P22 e P5, quando comparado às demais áreas avaliadas (Tabela 25). Conquanto, Alves et al (2008), sob outras condições experimentais, avaliaram organismos da ordem Hymenoptera (Formicidae), e obtiveram maiores densidades de organismos para os tratamentos sem adubação. Porém, as diferentes espécies de formigas têm preferência por diferentes ambientes (BARETTA et al., 2011), sendo assim, necessário um estudo de riqueza de espécies para melhor avaliar o grupo como indicador ambiental para esse estudo.

De acordo com a ADR (Figura 19), os atributos MO e Macroporosidade na profundidade de 5-10 cm (Ma5-10) foram correlacionados com os grupos Pseudoescorpionida, Diplopoda e Symphyla. Essa correlação é atribuída, principalmente, ao fragmento MN, haja vista ser a área com maior densidade e ocorrência dos grupos citados (Tabela 25) e com maior teor de MO e quantidade de Ma5-10 (Tabela 24).

Corroborando ao resultado do presente estudo, no trabalho desenvolvido por Cunha Neto et al. (2012), o grupo predador Pseudoescorpionida foi encontrado apenas na fauna de solo da floresta secundária. Begon et al. (2005) relatam que em fase de maior equilíbrio ecológico a ocorrência de predadores como o Pseudoescorpionida indica uma estrutura trófica mais controlada, com redistribuição de energia entre um grande número de espécies e grupos. Nesse sentido, pode-se inferir que

a ocorrência do grupo Pseudoscorpionida é indicador de qualidade do solo e do ambiente.

Figura 19 – Análise de redundância (ADR) entre a densidade da macrofauna do solo, teor de matéria orgânica (MO), Calcio (Ca), Potássio (K), Capacidade de Campo 5-10cm (CC5-10), Cobre (Cu) em quatro estações do ano (setembro/11, dezembro/11, março/12 e junho/12) para as áreas estudadas. (MN, P22, M9, M22, P5, P17 e P0 com descrição e histórico referenciados na Tabela 2) (Hym= Hymenoptera (Formiga); Ara= Araneae; Col= Coleoptera; Chi= Chilopoda; LDipt= Larva de Diptera; Dipl= Diplopoda; Olig= Oligochaeta; Iso= Isopoda; Isop= Isoptera; Pse= Pseudoscorpionida; Sym = Symphyla; Het= Heteroptera; Imaturo= organismos imaturos).



Fonte: Schneider, 2013.

Tabela 24 – Médias dos atributos K, Cu, Ca, MO, Capacidade de campo na profundidade 5-10 ccm (CC5-10), Ma5-10 para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em quatro épocas de coleta (primavera, verão, outono e inverno).

Época	Áreas ^{/1}	Variáveis					
		K	Cu	Ca	MO	CC5-10	Ma5-10
		-----mg dm ⁻³ ---		cmolc dm ⁻³	%	%	%
Set/11, Dez/11, Março/12 e Jun/12	MN	227,0	13,52	9,23	4,03	36,24	33
	P0	312,2	15,62	1,88	3,04	39,01	21
	P5	458,5	15,32	5,23	2,86	40,34	17
	P17	428,4	20,48	3,89	2,68	38,57	19
	P22	417,7	10,07	2,93	2,91	41,97	18
	M9	209,1	17,92	3,11	2,32	40,23	17
	M22	212,9	9,11	8,12	2,73	38,92	16

^{/1} Áreas do estudo, onde, M9, M22, P5, P17, P22, MN e P0 são as siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na Tabela 2.

Fonte: Schneider, 2013.

Conforme a ADR, o atributo Ca foi fortemente correlacionado com o grupo Isopoda. A MN foi o fragmento com maior teor de Ca e densidade de Isopoda no solo (Tabelas 24 e 25). Em estudo desenvolvido por Baretta et al. (2006) em Santa Catarina, a maior densidade de Isopoda foi observada no sistema de cultivo com semeadura direta e rotação de culturas, o fragmento com manejo menos intensivo da avaliação. A variável Ca também foi correlacionada com os grupos Oligochaeta, larva de Diptera, Chilopoda, Aranea e Dermaptera. Já o atributo Cu também foi correlacionada com esses grupos, porém com menor força. Quanto a CC5-10 e o grupo Heteroptera, apresentaram pouca contribuição à inércia total, uma vez que estão localizados na porção mediana do eixo 2.

Tabela 25 – Médias da densidade de organismos da macrofauna edáfica m^{-2} para as áreas: MN, P0, P5, P17, P22, M9 e M22, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC, amostrados em setembro/11, dezembro/11, março/12 e junho/12. (Hym= Hymenoptera (Formiga); Ara= Araneae; Col= Coleoptera; Chi= Chilopoda; LDipt= Larva de Diptera; Dipl= Diplopoda; Olig= Oligochaeta; Iso= Isopoda; Isop= Isoptera; Pse= Pseudoescorcionida; Sym = Symphyla; Het= Heteroptera; Imaturo= organismos imaturos).

Grupos	Áreas ¹						
	P22	M9	MN	M22	P5	P17	P0
	Organismos m^{-2}						
Ara	2,68	0,89	15,48	0,89	1,19	1,49	0,89
Chi	2,38	5,65	16,07	2,38	3,57	4,17	0,30
Col	10,42	10,12	26,79	6,25	20,54	24,70	22,62
Der	0,00	0,60	1,49	0,30	1,79	1,79	0,00
Diplo	1,49	0,00	3,87	1,19	0,60	0,60	0,00
Hym	151,49	15,77	40,77	30,65	43,45	21,73	40,18
Het	0,00	0,00	0,00	1,19	8,33	0,00	0,00
Iso	0,60	1,49	9,82	0,30	0,30	1,79	0,00
Isop	92,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,67
Ldip	0,30	0,30	8,63	68,75	14,58	2,98	2,38
OliG	11,90	12,50	31,25	35,71	85,42	61,31	6,55
Pse	0,00	0,00	2,08	0,00	0,00	0,00	0,00
Sym	1,49	0,00	4,17	0,00	1,19	2,08	0,30
Outros	0,00	3,27	0,60	0,00	0,00	0,60	0,60
Imat.	3,57	0,30	10,12	0,30	16,96	6,85	2,98
TOTAL	278,8	50,89	171,13	147,92	197,92	130,06	118,45

¹ Áreas do estudo, onde, M9, M22, P5, P17, P22, MN e P0 são as siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na Tabela 2.

Fonte: Schneider, 2013.

Por meio da ADR foi possível comprovar que o teor de MO, Cu, K e Ca e os atributos físicos Ma5-10 e CC5-10, foram as variáveis que mais explicaram a variabilidade da densidade da macrofauna edáfica nas áreas de estudo em quatro estações do ano. Destacando a correlação de Hymenoptera (Formicidae) com o atributo K, os organismos decompositores com o atributo MO e Ma5-10. Nesse sentido a utilização da ADR foi eficiente para analisar as áreas do estudo, juntamente com as tabelas de médias para todas as épocas de amostragem.

4.2.7 Índices ecológicos para macrofauna edáfica

Considerando os quatro períodos de amostragem (primavera, verão, outono e inverno), para avaliação dos índices ecológicos, utilizou-se o procedimento estatístico multivariado denominado: Análise de Componentes Principais (ACP) (Figura 20).

A ACP, utilizada para avaliar as semelhanças e relações entre os diferentes manejos e tempos de descarte de resíduos animais no solo com os índices ecológicos: Diversidade de Shannon-Wiener (H'); Riqueza, Abundância; Equitabilidade (J); e Dominância de Berger Parker (BP), explicou 82% da variabilidade total desses índices nas áreas estudadas. Desse total, o eixo 1 explicou 57,7% e o eixo 2 24,3%.

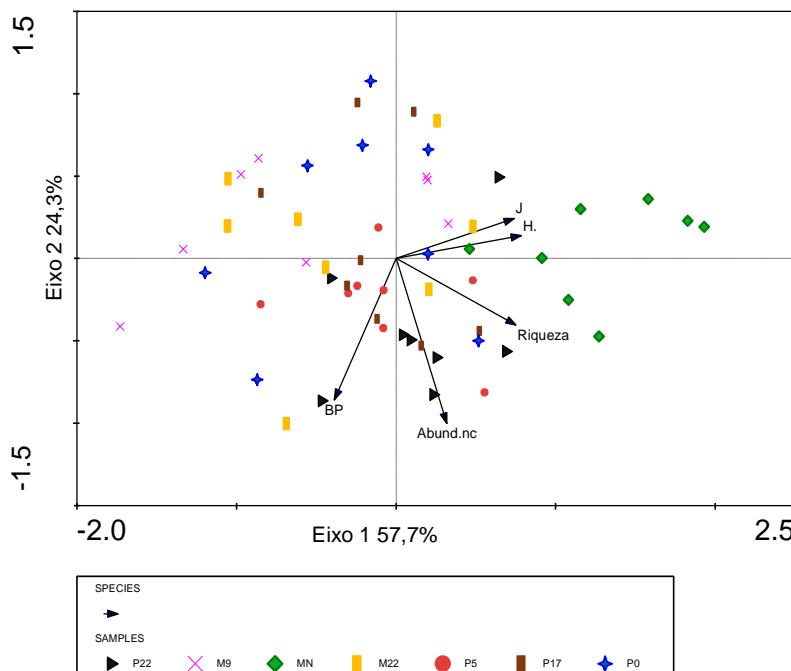
De acordo com a ACP, a MN obteve correlação positiva com os índices diversidade H' , Riqueza e J (Figura 20). Para melhor analisar esse resultado, na tabela 26 estão os valores médios de cada coleta, assim como a média de todas as épocas de amostragem para cada índice calculado. O índice de H' encontrado na MN (0,52), comparado com outros estudos em ambientes menos perturbados é baixo. Contudo, o fragmento de mata utilizado para o estudo contém espécies exóticas em sua composição, pode ser comparado ao início de zonas de amortecimento florestal. Apesar disso, o H' da MN foi eficiente para se diferenciar das demais áreas estudadas, que obtiveram índices menores (Tabela 26).

Segundo Baretta et al. (2011) a equitabilidade (J) é inversamente proporcional a dominância, esse efeito pode ser observado na ACP (Figura 20). A MN foi a área mais correlacionada com a o índice J, estando no quadrante oposto ao índice de dominância de BP. Por conseguinte, a MN é o fragmento com maior riqueza e equidade de organismos edáficos do estudo.

O índice de dominância de Berger-Parker é uma ferramenta prática e eficaz para monitoramento da biodiversidade ligada à perturbação humana nos ecossistemas do solo (CARUSO et al., 2007). Para o presente estudo o índice BP foi fortemente correlacionado com as amostras da P22, conforme a ACP (Figura 20). A abundância de organismos

também foi correlacionada com a P22. Observa-se que o menor valor médio de do índice J (0,46) ocorreu nessa área (Tabela 26). Portanto, a P22 é o sistema agrícola com maior dominância de um grupo de organismos e com maior abundância de macroinvertebrados edáficos, comparada às demais áreas do estudo.

Figura 20 - Relação entre o Eixo 1 e Eixo 2 na análise de componentes principais (ACP) para índices ecológicos dos grupos da macrofauna edáfica nas áreas M9, P5, M22, P17, P0, P22 e MN. Concórdia, SC, em quatro estações do ano (primavera, verão, outono e inverno). (J; Índice de Equitabilidade de Shannon-Wiener; H= Índice de diversidade de Shannon-Wiener; BP= Índice de Dominância de Berger Parker; Riqueza= Riqueza dos grupos da fauna edáfica; Abund= Abundância dos grandes grupos da macrofauna edáfica).



Fonte: Schneider, 2013.

Tabela 26 - Média da Riqueza, Abundância, Diversidade, Equitabilidade e Dominância da Macrofauna Edáfica nas áreas com diferentes manejos e tempos de descarte de resíduos animais em Concórdia, SC, em quatro estações do ano. (Método de coleta: Monólito-TSBF).

Época	Áreas ^{/1}	Abundância ^{/2}	Índices Ecológicos			
			Riqueza ^{/3}	H ^{/4}	J ^{/5}	BP ^{/6}
Set./2011	P22	82,13	4,13	0,28	0,46	0,74
	M9	6,38	1,88	0,23	0,56	0,52
	MN	27,88	5,75	0,62	0,82	0,44
	M22	24,38	2,50	0,23	0,54	0,64
	P5	30,00	3,50	0,37	0,70	0,63
	P17	15,00	2,38	0,29	0,74	0,68
	P0	18,50	2,50	0,29	0,70	0,67
Dez./2011	P22	20,13	2,88	0,29	0,54	0,54
	M9	1,63	0,75	0,00	0,75	0,75
	MN	24,75	5,75	0,64	0,42	0,42
	M22	11,88	1,25	0,12	0,48	0,48
	P5	3,25	0,50	0,00	0,50	0,50
	P17	0,88	0,63	0,03	0,35	0,35
	P0	3,13	0,63	0,03	0,35	0,35
Março/2012	P22	4,75	2,13	0,25	0,70	0,69
	M9	3,50	1,88	0,25	0,53	0,74
	MN	14,88	3,63	0,38	0,65	0,63
	M22	4,00	1,88	0,20	0,44	0,65
	P5	16,13	2,50	0,27	0,64	0,70
	P17	8,63	2,38	0,29	0,71	0,71
	P0	14,00	2,25	0,26	0,68	0,57

^{/1} Áreas, onde, P22, M9, P5, P17, P22 e MN são as siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na tabela 2.

^{/2} Riqueza média referente aos grupos da fauna edáfica em diferentes tratamentos de preparo e cultivo do solo. ^{/3} Abundância média em $0,105 \text{ m}^{-1}$ da fauna edáfica nas referidas áreas.

^{/4} Índice de diversidade de Shannon-Wiener médio referente aos grupos da fauna edáfica.

^{/5} Índice de equitabilidade de Shannon-Wiener médio referente aos grupos da fauna edáfica em diferentes tratamentos de preparo e cultivo do solo.

^{/6} Índice de Dominância de Berger Parker médio das referidas áreas. Médias de 8 sub-repetições por área, época de coleta: Set/11, Dez/11, Março/12 e Jun/12. Continua.

Tabela 26 - Média da Riqueza, Abundância, Diversidade, Equitabilidade e Dominância da Macrofauna Edáfica nas áreas com diferentes manejos e tempos de descarte de resíduos animais em Concórdia, SC, em quatro estações do ano. (Método de coleta: Monólito-TSBF).

	P22	10,13	1,63	0,13	0,13	0,71
	M9	9,88	2,75	0,32	0,49	0,74
	MN	4,38	2,88	0,46	0,95	0,49
	M22	21,88	2,13	0,16	0,45	0,55
	P5	33,75	3,13	0,30	0,46	0,80
	P17	30,13	3,13	0,28	0,49	0,63
	P0	14,13	2,25	0,20	0,35	0,67
Junho/2012						
Inverno	P22	29,28	2,69	0,24	0,46	0,67
	M9	5,34	1,81	0,20	0,58	0,69
	MN	17,97	4,50	0,52	0,71	0,49
	M22	15,53	1,94	0,18	0,48	0,58
Média para (Primavera, Verão, Outono e Inverno)	P5	20,78	2,41	0,23	0,57	0,66
	P17	13,66	2,13	0,22	0,57	0,59
	P0	12,44	1,91	0,20	0,52	0,57

⁷¹ Áreas, onde, P22, M9, P5, P17, P22 e MN são as siglas das áreas com descrição e histórico referenciados na tabela 2. ^{/2} Riqueza média referente aos grupos da fauna edáfica em diferentes tratamentos de preparo e cultivo do solo. ^{/3} Abundância média em 0,105 m⁻¹ da fauna edáfica nas referidas áreas. ^{/4} Índice de diversidade de Shannon-Wiener médio referente aos grupos da fauna edáfica. ^{/5} Índice de equitabilidade de Shannon-Wiener médio referente aos grupos da fauna edáfica em diferentes tratamentos de preparo e cultivo do solo. ^{/6} Índice de Dominância de Berger Parker médio das referidas áreas. Médias de 8 sub-repetições por área, época de coleta: Set/11, Dez/11, Março/12 e Jun/12. Conclusão.

De acordo com a ACP a P5 foi a terceira área que obteve correlação com os índices de abundância e dominância de BP. Para os fragmentos P0, M9 e M22 não houve forte correlação com os índices ecológicos apresentados.

Assim sendo, a ACP para os índices ecológicos destacou a correlação entre: equitabilidade J e riqueza de organismos com a área menos perturbada, nesse estudo a MN; dominância de BP e abundância de organismos com a P22 e menor força com a P5.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo indicam que os atributos químicos: Zn; Ca/Mg; MO; Mn; pH-H₂O; Cu; Fe; Ca; e K, e os físicos: Macroporosidade na profundidade de 0-10 cm; Microporosidade na camada 0-5 cm; Umidade; e Capacidade de Campo, podem ser utilizados como variáveis explicativas para ocorrência de grupos da fauna edáfica em áreas com manejos agrícolas semelhante aos avaliados.

O descarte continuado de resíduos animais no solo ocasiona mudanças no ambiente alterando as populações da fauna edáfica. Os teores médios mais elevados de P, K, Zn e Cu foram obtidos nas áreas manejadas com resíduo de animais confinados, P5, P17, P22, M9 e M22. Contudo, não foi verificado diferença em relação ao tempo de descarte. Possivelmente, ocorreu uma interação ambiental entre o manejo aplicado ao sistema agrícola e descarte do resíduo, impedindo uma avaliação mais eficaz da deposição continuada, haja vista a diferença que existe entre o manejo das áreas.

Considerando o efeito da sazonalidade para a fauna edáfica, tanto para mesofauna como para a macrofauna do solo, a densidade de organismos foi alterada de acordo com a estação do ano. O manejo agrícola P22 foi o que obteve a maior constância para densidade de organismos ao longo do tempo. A MN foi eficiente como área de referência para a Curva de Resposta Principal.

Para macrofauna o grupo Oligochaeta obteve a densidade de organismos mais afetada pela sazonalidade. Para a mesofauna Acarina e Collembola foram os grupos com densidade mais influenciada pelas estações do ano. Portanto, foram os organismos que mais determinaram o padrão da Curva de Resposta Principal.

As ferramentas estatísticas multivariadas foram eficientes para apontar os atributos explicativos, assim como possíveis indicadores de qualidade ambiental. Destacando-se o grupo Pseudoscorpionida como indicador de qualidade do solo e do ambiente.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visando uma avaliação mais abrangente dos efeitos dos diferentes manejos e tempos de descarte de resíduos animais na dinâmica da fauna edáfica para as áreas do estudo, serão utilizados dados de resistência à penetração, assim como alguns outros parâmetros mensurados no campo.

A presente pesquisa científica aponta a necessidade do desenvolvimento e produção de conhecimento sobre fauna edáfica, promoção de outros trabalhos que venham testar, comparar e avaliar áreas manejadas com resíduos animais, pastagens e culturas anuais para diagnosticar com maior precisão o impacto de tais tratos ao solo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIPECS. Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína. **Carne Suína Brasileira.** Relatório ABIPECS. 2012. 8p. Disponível em:<<http://www.abipecs.org.br/pt/relatorios.html>> Acesso em: 23 abr. 2013.
- ACCS. Associação Catarinense dos Criadores de Suínos. **Histórico da Suinocultura.** 2008. 3p. Disponível em:<<http://www.accs.org.br>> Acesso em: 25 mar. 2013.
- AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E.; SCHULTZ T. **Standard methods for measuring and monitoring biodiversity.** Smithsonian Institution Press, Washington. 2000.
- ALMEIDA, H.C.; ALMEIDA, D.; ALVES, M.V.; SCHNEIDER, J.; MAFRA, Á.L. & BERTOL, I. **Propriedades químicas e fauna do solo influenciadas pela calagem em sistema semeadura direta.** Ciência Rural, 37. 2007. 1462-1465 p.
- ALVES, M.V.; SANTOS, J.C.P.; GÓIS, D.T.; 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 Ciencia do Solo, v.32. 2008. 589-598 p.
- AQUINO, A.M.; CORREIA, M.E.F.; ALVES, M.V. **Diversidade da macrofauna edáfica no Brasil.** In: MOREIRA, F.M.S; SIQUEIRA, J.O.; BRUSSAARD, L. (Eds.). Biodiversidade do Solo em Ecossistemas Brasileiros. Lavras, UFLA. 2008. 143 p.

AQUINO, A.M; CORREIA, M.D.F. **Invertebrados edáficos e seu papel nos processos do solo.** Embrapa Agrobiologia. Documentos, 201). 2005. 52 p.

AVILA, V.S. de, ABREU, V.M.N., FIGUEIREDO, E.A.P. de, BRUM, P.A.R. de, OLIVEIRA, U. **Valor Agronômico da Cama de Frangos após Reutilização por Vários Lotes Consecutivos:** Comunicado Técnico 466. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 2007.

BACALTCHUK, B. **Sistema de plantio direto na palha: a prática que diferencia a agricultura brasileira.** Boletim Informativo. Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha. 2005. Disponível em:<<http://www.febrapdp.org.br>> Acesso em: 15 mar. 2013.

BARETTA, D. et al. **Collêmbolos (Hexapoda: collembola) como bioindicadores de qualidade do solo em áreas com Araucaria angustifolia.** Revista Brasileira de Ciência do Solo. v.32. Número especial. 2008. 2693-2699 p.

BARETTA, D. **Fauna do solo e outros atributos edáficos como indicadores de qualidade ambiental em áreas com Araucaria angustifolia no estado de São Paulo.** Tese (Doutorado em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas). Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’ (ESALQ). Universidade de São Paulo (USP). Piracicaba. 2007. 158 p.

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

BARETTA, D.; BROWM, G.G; CARDOSO, E.J.B.N. **Potencial da Macrofauna e outras variáveis edáficas como indicadora da**

qualidade do solo em áreas com *Araucária angustifolia*. Ata zoologia mexicana. Mexico. v.2. 2010. 135-150 p.

BARETTA, D.; FERREIRA, C.S.; SOUSA, J.P.; CARDOSO, E.J.B.N. **Colêmbolos (*Hexapoda: Collembola*) como bioindicadores de qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifolia*.** Revista Brasileira de Ciência do Solo. 2008.32. 2693-2699 p.

BARETTA, D.; MAFRA, A.L.; SANTOS, J.C.P.; AMARANTE, C.V.T.; BERTOL, I. **Análise multivariada da fauna edáfica em diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo.** Pesquisa agropecuária brasileira. v.41. 2006. 1675-1679 p.

BARETTA, D.; SANTOS, J.C.P.; SEGAT, J.C.; GEREMIA, E.V.; OLIVEIRA FILHO, L.C.I.; ALVES, M.V. **Fauna Edáfica e Qualidade do Solo.** In: KLAUBERG FILHO, O.; MAFRA, Á.M.; GATIBONI, L.C. eds. Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa, MG, 2011. 141-192p.

BARROS, E. et al. **Comunidades da Macrofauna do Solo na Amazonia Brasileira.** In: MOREIRA, F.M.S; SIQUEIRA, J.O.; BRUSSAARD, L. (Eds.). Biodiversidade do Solo em Ecossistemas Brasileiros. Lavras, UFLA. 2008. 143 p.

BARROS, E.; NEVES, A.; BLANCHART, E.; FERNANDES, E.C.M.; WANELLI, E.; LAVELLE, P. **Development of the soil macrofauna community under silvopastoril and agrosilvicultural systems in amazonia.** Pedobiologia n.47. 2003. 273-280 p.

BARROS, E.; PASHANASI, B.; CONSTANTINO, R. & LAVELLE, P. **Effects of land-use system on the soil macrofauna in western Brazilian Amazonia.** Biol. Fert. Soils, 35. 2002. 338-347 p.

BARROS, J.Y. et al. **Indicadores de qualidade de solos de área de mineração e metalurgia de chumbo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo. n.34. 2010. 1413-1426 p.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. **Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistema de cultivo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo. n.21. 1997. 105-112 p.

BEGON, M.; TOWNSEND, C.R. & HARPER, J.L. **Ecology from individuals to ecosystems.** Malden, Blackwell Publishing, 2005. 738 p.

BELLINGER, P.F; CHRISTIANSEN, K.A.; JANSENS, F. **Checlist of the Collembola of the world.** 2007. Disponível em:<www.collembola.org> Acesso em: 10 fev. 2013.

BERGER, W.H. & PARKER, F.L. **Diversity of Planktonic Foraminifera in Deep-Sea sediments. Science.** 1970. 168(3927): 1345-1347 p.

BERWANGER, A.L.; CERETTA, C.A.; DOS SANTOS, D.R. **Alterações no teor de fósforo no solo com aplicação de dejetos líquidos de suínos.** Revista Brasileira de Ciência do Solo. v.32. 2008. 2525-2532 p.

BERWANGER. A. L. **Alterações e transferências de fósforo do solo para o meio aquático com o uso de dejeto líquido de suínos.** (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006. 105 p.

BOUCHE, M.B. **Strategies lombriciennes.** In: LOHM, U.; PERSSON, T (Eds.). Soil organisms as components of ecosystems. Ecological Bulletins. v.25. 1977. 122-132 p.
BRASIL. **Resolução CONAMA 420/2009.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>> Acesso em: 21 mai. 2013.

BRIONES, M.J.I.; INESON, P.; PIERCE, T.G. **Effects of climate change on soil fauna; responses of enchytraeids, Diptera larvae and tardigrades in a transplant experiment.** Applied Soil Ecology. v.6. 1997, 117-134 p.

BROMHAM, S.; CARDILLO, M.; BANNET, A. **Effects of stock grazing on the ground invertebrate fauna of woodland remnants.** Australian Journal of Ecology. 24. 1999. 199-207 p.

BROWER, J.E.; ZAR, J.H. & VON ENDE, C.N. **Field and Laboratory Methods for General Ecology.** WCB Mc-Graw-Hill, 4 ed. 1997. 273 p.

BROWER, J.E.; ZAR, J.H.; VON ENDE, C.N. **Field and Laboratory methods for general ecology.** Quebecor. Graw Hill. n.4. 1998. 273 p.

BROWN JUNIOR, K.S. **Conservation of neotropical environments: insects as indicators.** In: COLLINS, N.M.; THOMAS, J.A. (Eds). The conservation of insects and their habitats. London. 1991. 349-404 p.

CAMPOS, B.C.; REINERT, D.J.; NICOLODI, R.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. **Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo do solo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo. n.19. 1995. 121-126 p.

CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. **Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos submetidos a diferentes sistemas de manejo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo. n.14. 1990. 99-105 p.

CARUSO, T. et al. **The Berger–Parker index as an effective tool for monitoring the biodiversity of disturbed soils: a case study on Mediterranean oribatid (Acari: Oribatida) assemblages.** Biodiversity and Conservation. v.16. 2007. 3277-3285 p.

CASALI, C.A. et al. **Formas de dessorção de cobre em solos cultivados com videira na serra gaúcha do Rio Grande do Sul.** Revista Brasileira de Ciência do Solo. 2008. 1479-1487 p.

CAUWENBERGHE, S. V.; BURNHAM, D. **New developments in amino acid protein nutrition of poultry, as related to optimal performance and reduced nitrogen excretion.** In: European symposium of poultry nutrition, Anais. Blankenberge, 2001.

CERETTA, A.C.; BASSO, C.J.; PAVINATO, P.S.; TRENTIN, E.E.; GIROTTI, E. **Produtividade de grãos de milho, produção de matéria seca e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio na rotação aveia preta/milho/nabo forrageiro com aplicação de dejeto líquido de suínos.** Ciência Rural. v.35. n.6. Santa Maria. 2005. 1287-1295 p.

CHRISTOFFERSEN, M.L. **Species diversity and distribution of microdrile earthworms (Annelida, Clitellata, Enchytraeidae) from South America.** Zootaxa. 2009. 51-68 p.

COLEMAN, D.C.; GROSSLEY, D.A. **Fundamentals on soil ecology.** London. Academic Press. 1996. 25 p.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** 10. Ed. Porto Alegre, 2004. 50-53 p.

CONSTANTINO, R. & ACIOLI, A.N.S. **Diversidade de cupins (Insecta: Isoptera) no Brasil.** In: MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. & BRUSSAARD, L. Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2008. 277-297 p.

CORREIA, M.E.F.; ANDRADE, A.G. **Formação da serapilheira e ciclagem de nutrientes.** In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Eds). Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre. Gênesis. 1999. 197-225 p.

COUTINHO, C.I. **Planejamento para o manejo de dejetos suíno. Estudo de caso: Bacia dos Fragosos. Concórdia/SC.** Dissertação (Mestrado-Engenharia ambiental da UFSC.) Florianópolis. 2001. 205p.

CUNHA NETO, F.V. et al. **Soil fauna as an indicator of soil quality in forest stands, pasture and secondary forest.** Revista Brasileira de Ciência do Solo. v.36. 2012.

CZEPAK, C.; DE ARAÚJO, E.A.; FERNANDES, P.M. **Ocorrência de espécies de cupins de montículo em pastagens do estado de Goiás.** Pesquisa Agropecuária Tropical. v.33. 2003. 35-38 p.

DA COSTA, A.; ALBUQUERQUE, J.A.; MAFRA, A.L.; DA SILVA, F.R. **Propriedades físicas do solo em sistemas de manejo na integração agricultura-pecuária.** Revista Brasileira de Ciência do Solo. n.4. 2009.

DA SILVA, R.F. et al. **Macrofauna invertebrada edáfica em cultivo de mandioca sob sistema de cobertura do solo.** Pesquisa agropecuária brasileira. Brasília. v.42. n.6. 2007. 865-871 p.

DA SILVA, R.F; DE AQUINO, A.M.; MERCANTE, F.M.; DE GUIMARÃES, M.F. **Macrofauna invertebrada do solo em sistema integrado de produção agropecuária do cerrado.** Acta Scientiarum. Agronomy. V.30. Suplemento Especial. 2008. 725-731 p.

DE OLIVEIRA, P.A.V.(Coord.); ZANUZZI, C.M. da S.(Coord.); SOUZA, D. de O. (Coord.). **Gestão ambiental de propriedades suinícias:** experiência do projeto suinocultura SC. PNMA II. FATMA. Embrapa Suínos e Aves. Florianópolis. 2006.

DECAËNS, T. et al. **Soil macrofaunal communities in permanent pastures derived from tropical forest or savanna.** Agriculture, Ecosystems & Environment. v.103. 2004. 301-312 p.

DENARDIN, E.J.; FAGANELLO, A.; SANTI, A. **Falhas na implementação do sistema plantio direto levam a degradação do solo.** Disponível em:<<http://www.plantiodireto.com/?body=cont>> Acesso em: 13 mar. 2013.

DIDDEN, W. A. M. **Ecology of enchytraeidae.** Pedobiologia. Vol.37. 1993. 2-29 p.

DUNXIAO, H.; CHUNRU, H.; YALING, X.; BANWANG, H.; LIYUAN, H. & PAOLETTI, M.G.M.G. **Relationship between soil arthropods and soil properties in a suburb of Qianjiang City**, Hubei, China. Crit. Rev. Plant Sci. 18. 1999. 467-473 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Brasília, 2006. 306 p.

EPAGRI. **Inventário das terras da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Coruja/Bonito. Braço do Norte, SC**. Florianópolis: Epagri/Ciram, 2000. 113p.

EPAGRI. **Inventário das terras e Diagnóstico Sócio-econômico e Ambiental da Sub-bacia Hidrográfica Lajeado dos Fragosos. Concórdia, SC**. Florianópolis: Epagri/Ciram, 2001.127 p.

FAO. **Food and Agriculture organization of the United Nation**. 2010. Disponível em:<<http://www.fao.org/corp/statistics/en/>> Acesso em: 20 mai. 2013.

FERREIRA, R.R.M.; TAVARES FILHO, J.; FERREIRA, V.M. **Efeitos de sistemas de manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo**. Ciências Agrárias. Londrina. v.31. n.4. 2010. 913-932 p.

FITTKAU, E.J.; KLINGE, K. **On biomass na trophic structure of the central Amazonian rain forest ecosystem**. Biotropica. 1973. 2-10 p.

FOLGARAIT, P.J. **Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review.** Biodiversity and Conservation. N.7. 1998. 1221-1244 p.

FONTANELI, R.S.; SCHEFFER-BASSO, S.M. **Cadeia forrageira para o Planalto Médio.** In: FEDERACITE VII Cadeias Forrageiras Regionais. Porto Alegre: Editora Caramuru, 1995. 43-83 p.

FREIRE, R.A.P. **Ácaros predadores do estado de São Paulo, com ênfase em Laelapidae (Acari: mesostigmatas), com o potencial de uso no controle de pragas do solo.** Tese (Doutorado-Ciência). Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz'. USP. Piracicaba. 2007.

FROUZ, J. **Use of soil dwelling Diptera (Insecta, Diptera) as bioindicators: a review of ecological requirements and response to disturbance.** Agriculture, Ecosystems, & Environment. v.74. 1999. 167-186 p.

GONÇALVES JUNIOR, A.C; LINDINO, C.A; ROSA, M.F.; BARICACATTI, R.; GOME, G.D. **Remoção de metais pesados tóxicos cadmo, chumbo e cromo em biofertilizante suíno utilizando macrófita aquática (*Eichornia crassipes*) como bioindicador.** Acta Scientiarum Technology. Maringá.v.30. n.1. 2008. 9-14 p.

GRASSE, P. **Traité de Zoologie.** In: In: MOREIRA, F.M.S; SIQUEIRA, J.O.; BRUSSAARD, L. (Eds.). **Biodiversidade do Solo em Ecossistemas Brasileiros.** Lavras, UFLA. 2008. 143. 372-408 p.

HUDSON, N.W. **Soil Conservation**. 3. Ed. Ithaca: Cornell University Press. 1995. 324 p.

HUISING, E.J.; Macrofauna. In: MOREIRA, F.M.S.; HUISING, E.J.; BIGNELL, D.E. eds. **Manual de Biologia dos Solos Tropicais – Amostragem e Caracterização da Biodiversidade**. Lavras, Ed. UFLA, 2010. 315-349 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, **pesquisa de pecuária**, 2006. Brasília, 2007.

JÄNSCH, S.; RÖMBKE, J.; DIDDEN, W. **The use of enchytraeidae in ecological soil classification and assessment concepts. Ecotoxicology and environmental safety**. vol.62. 2005. 266-277 p.

JELINEC. T. **Animal wastes**. Essex, England. 1977. 165-174 p.

KIZILKAYA, R. **The role of different organic wastes on zinc bioaccumulation by earthworm *Lumbricus terrestris* L. (Oligochaeta) in successive Zn added soil**. Ecological Engineering. 2005. v.25. 322-331 p.

KONZEN, E.A. **Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2003. 10 p.

LABELLE, P. BIGNELL, D.; LAPAGE, M. **Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers**. Europe Journal Soil Biology. v.33. n.4. 1997. 159-193 p.

LABELLE, P. **Earthworm actives and the soil system.** In: Biologi and Fertility of Soils. Berlin. v.6, n.3. 1998. 237-251 p.

LABELLE, P. **Faunal activies and soil processes: Adaptative strategies that determine ecosystems function.** In: Transactionas of the 15th Word Congress of soil science. Inaugural and state of the art conferences. México. 1994. 189-220 p.

LABELLE, P.; SPAIN, A.V. **Soil Ecology.** Kluwer Academic Publishers. 2001. 642 p.

LENZI, A. **A vida ativa do solo** (The active life of soil). Revista Brasileira de Agroecologia. N.7(1). 2012. 187-195 p.

LOUREIRO, S. et al. **Feeding behavior of the terrestrial isopod porcellionides pruinosa brandt, (Crustacea, isopoda) in response to changes in food quality and contamination.** Science of Total Environment. V.369. 2006. 119-128 p.

MADIGAN, M.T. et al. **Microbiologia de Brock.** 12. Ed. Porto Alegre. 2010. 1160 p.

MATTIAS, J. L. **Metais pesados em solos sob aplicação de dejetos líquidos de suínos em duas microbacias hidrográficas de Santa Catarina.** Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2006. 165 p.

MATTIAS, J.L.; **Metais pesados em solos sob aplicações de dejetos líquidos de suínos em duas microbacias hidrográficas de Santa Catarina** Tese (doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2006. 164 p.

MCDOWELL, R.; SHARPLEY, A.; FOLMAR, G. **Phosphorus export from an agricultural watershed:** Linking source and transport mechanisms. *Journal of Environmental Quality*. 30. 2001. 1587-1595 p.

MENEZES, N.A.; **Avicultura agroecológica no planalto sul catarinense. Agriculturas**. v.2. 2005. 24-27 p.

MEYER, P.D. & GEE, G.W. **Flux-based estimation of field capacity**. *J. Geotechn. Geoenviron. Eng.* 1999. 595-599 p.

MINEIRO, J.L.C.; MORAES, E.G.J. **Edaphic Gamasida (Arachinida:Acari) at Picaricaba. São Paulo. Neotropical Entomology**. v.30. 2001. 379-385 p.

MORAIS, J.W.; DA SILVA, E.P. **Occurrence of Symphyla (Myriapoda) in the region of the Upper Solimões River, Amazonas, Brazil**. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.44. 2009. n.8.98 1-983 p.

MOREIRA, F.M.S.; HUISING, E.J.; BIGNELL, D.E. **Manual de Biologia dos Solos Tropicais – Amostragem e Caracterização da Biodiversidade**. Lavras, Ed. UFLA, 2010. 768 p.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O.; BRUSSAARD, L.; PEREIRA, S. H. **Organismos do solo em ecossistemas tropicais: Um papel chave para o Brasil na demanda global pela conservação e uso sustentado da biodiversidade**. In:

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. BRUSSAARD, L. Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros. Lavras. Ed. UFLA. 2008. 13-42 p.

MOREIRA, J.F. **Fauna do solo como bioindicador no processo de revegetação de áreas de mineração de bruxita em porto trombeta-PA.** Tese (Doutorado) UFRRJ. Curso de Pós Graduação em Agronomia-Ciência do Solo. 2010. 79-94p.

MOSER, T. et al. **The use of the multivariate principal response curve (CRP) for community level analysis: a case study on the effects of carbendazim on echytraeids in Terrestrial Model Ecosystems.** Ecotoxicology. 16. 2007. 573-583 p.

NAHMANI, J. & LAVELLE, P. **Effects of heavy metal pollution on soil macrofauna in a grassland of Northern France.** Eur. J. Soil Biol. v.38. 2002. 297-300 p.

NÜSSLIN, K.; TIEDJE, J.M. **Soil bacterial community shift correlated with change from forest top ature vegetation in a tropical soil.** Environmental Microbiology. v.65. n.8. 1999. 3662-3626 p.

OLIVEIRA, P. A. V. et al. **Unidade de compostagem para o tratamento dos dejetos de suínos.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. (Documentos/Embrapa Suínos e Aves, ISSN 0101-6245; 114) 39 p.

OLIVEIRA, P.A.V. (Coord.). **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos.** Concórdia, Embrapa - CNPSA, (Documento, 27). 1993. 188 p.

RAUBER, L.P. Atributos físicos, químicos e frações granulométricas da matéria orgânica de um solo em sistemas de uso com fertilizantes orgânicos – Lages, 2011. 64 p.

PAOLETTI, M.G. **The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators.** Agric. Ecosyst. Environ., 74. 1999. 137-155 p.

PARR, C.L.; ANDERSEN, A.N.; CHASTAGNOL, A.; DUFFAUD, C. **Savanna fires increase rates and distances of seed dispersal by ants.** Oecologia. 2007. 33-41 p.

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

PEREIRA, E. **Qualidade da água resíduária em sistemas de produção e de tratamento de efluentes de suínos e seu reúso no ambiente agrícola.** Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2006. 129 p.

PETERSEN. H.; LUXTON, M. **A survey of the mains animal taxa of detritus food web.** Oikos. N.39. 1982. 293-294 p.

QUADROS, A.F. **Potential use of terrestrial isopods as biomonitoring in the restoration ecology.** Oecologia Australis, v. 14. n. 2. 2010.

RABE, R. **Der nachweis von luftverunreinigungen und idren wilkungen durch Bioindikation.** Forum Städte-Hygiene. v.33. 1982. 15-21 p.

ROCHA, C. F. D. **Biologia da Conservação: Essências.** São Carlos: RIMA, 2006. 588 p.

RODRIGUES, W.C. 2007. **DivEs - Diversidade de Espécies - Guia do Usuário.** Seropédica: Entomologistas do Brasil. 9p.
Disponível em: <<http://www.ebras.bio.br/dives/>> Acesso em: 18 mar. 2013.

RUPPERT, E.E.; FOX, R.S.; BARNES, R.D. **Zoologia dos Invertebrados:** uma abordagem funcional-evolutiva. 7 ed. São Paulo: Roca. 2005. 1145 p.

SANTOS, R.C. **Aplicação de dejetos líquidos de suínos em solos:** aspectos biológicos e químicos do percolado. Dissertação (Mestre em Ciência do Solo). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2010. 91 p.

SCHERER, E.E.; NESI, C.N. **Características químicas de um Latossolo sob diferentes sistemas de preparo e adubação orgânica.** Bragantia, v.68. 2009. 715-721 p.

SCHERER, E.E.; NESI, C.N.; MASSOTTI, Z. **Atributos químicos do solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas de Santa Catarina.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.34. 2010. 1375-1383 p.

SEGANFREDO, M.A. **Dejetos animais – A dupla face benefícios e prejuízos.** 2011. Disponível em:<<http://www.cnpsa.embrapa.br>> Acesso em: 11 mar. 2013.

SILVA JR., V.P.; ZAMPARETTI, A. DE F.. (Coords.). **Balanço de nutrientes dos dejetos suínos para adubação orgânicos: recomendações da experiência na bacia do Lageado dos Fragosos.** Concórdia/SC. Florianópolis. FATMA/EPAGRI. 2006. 41p.

SILVA, F. C. M. **Diagnóstico sócio, econômico e ambiental aspectos sobre a sustentabilidade da bacia hidrográfica dos Fragosos, Concórdia/SC.** Dissertação (Mestrado) -Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2000. 200 p.

SILVA, M. C.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; LIRA, M. A.; SANTANA, D. F. Y.; FARIA, I.; SANTOS, V. F. **Avaliação de métodos para recuperação de pastagens de braquiária no agreste de Pernambuci. 1. Aspectos quantitativos.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p. 2004. 199-2006 p.

SILVA, R. et al. **Impacto do fogo na comunidadde da fauna edáfica em florestas de *Eucaliptus grandis* e *Pinus taeda*.** Revista Brasileira Agrociênciencia. Pelotas. v.17. n.2-4. 2011. 234 p.

SILVA, Y. L. et al. **Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.** Desempenho e teores de minerais na cama. Revista Brasileira de Zootecnia. v.35. 2006. 840-848 p.

SOUZA, C.F.; CARVALHO, C.C.S.; CAMPOS, J.A.; MATOS, A.T.; FERREIRA, W.P.M. **Caracterização de dejetos de suínos em fase de terminação.** Revista Ceres, v.56. 2009. 128-133 p.

STATSOFT, INC. Programa computacional **Statistica** 7.0. E.A.U. 2004.

STRIEDER, M. N.; SANTOS, J.E.S.; VIEIRA, E.M. **Distribuição, abundância e diversidade de Simuliidae (Diptera) em uma bacia hidrográfica impactada do sul do Brasil.** Revista Brasileira de Entomologia. n.50. 2006. 116-124 p.

SWIFT, M.J. et al. **O inventário da diversidade biológica do solo: conceitos e orientações gerais.** In: MOREIRA, F.M.S.; HUISING, E.J.; BIGNELL, D.E. (Eds.) Manual de Biologia dos Solos Tropicais – Amostragem e Caracterização da Biodiversidade. Lavras, Ed. UFLA, 2010. 315-349 p.
SWIFT, M.M.; HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M. **Decomposition in terrestrial ecosystems.** Blacwell. Oxford. 1979. 372 p.

TARRÁ, I.L.C.; **Grupos funcionais da macrofauna e macroporos do solo em sistemas agroflorestais da Amazônia central.** Prospect. v.10. 2012. 6-17 p.
TEDESCO, M. J., GIANELLO, C., BISSANI, C. A., BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais.** 2. ed. Porto Alegre, (Boletim técnico, 5).Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995. 174p.

TER BRAAK, C.J.F.; P. SMILAUER. **CANOCO Reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5).** Ithaca, Microcomputer Power. 2002. 500p.

TURCO, R.F.; BLUME, E. **Indicators of soil quality.** In: SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; LOPES, A. S.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E. 1999.

UBABEF. União Brasileira de Avicultura. **Relatório UBABEF.** 2012. Disponível em:<[http:// www.ubabef.com.br.html](http://www.ubabef.com.br.html)> Acesso em: 23 abr. 2013.

UBAEF. **História da avicultura no Brasil.** Disponível em:<<http://www.ubabef.com.br>> Acesso em: 13 mar. 2013.

URAMOTO, K.; WALDER., J.M.M.; ZUCCHI, R.A. **Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de anastrepha (Diptera: Tephritidae) no Campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.** Neotropical Entomology v.34. 2005. 33-39 p.

VAN DEN BRINK, P.J.; TER BRACK, C.J.F. **Principal response curves: Analysis of time-dependent multivariate responses of biology community to stress.** Environ toxicol chem. v.18. n.2. 1999. 138-148 p.

WATERHOUSE, J.S. **Studies on the garden symphytan, Scutigerella immaculata (Symphyta: Scutigerellidae).** The Canadian Entomologist, v.100, 1968. 172-178 p.

APÊNDICES

Apêndice 1 - Características químicas do solo na profundidade 0-10 cm, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico em Concórdia, SC.

Época	Área	pH-H ₂ O	pH-SMP	Ca	Mg	Al	CTC efetiva	Sat. Bases	M. O.	Argila	P	Na	K	Cu	Zn	Fe	Mn	Ca/Mg
		-----1:1----		-----cmol _e /dm ³ -----				-----%			-----mg/dm ³ -----							
Setembro/11 Primavera	MN	5,5	5,9	11	3,1	0,0	14,9	74,7	4,4	34,3	1,67	4,8	154,2	6,49	13,7	67,84	94,52	3,6
	P0	4,9	5,5	3,1	1,7	0,3	6,11	43,0	3,2	40,7	1,97	4,0	341,2	8,50	9,70	233,3	81,24	1,7
	P5	6,0	5,3	6,4	3,4	0,0	11,5	62,5	3,3	47,6	37,3	4,0	663,4	7,21	16,7	181,0	20,46	1,8
	P17	5,5	5,9	4,1	2,2	0,0	8,10	60,8	2,9	49,4	29,8	9,0	615,2	6,07	15,9	149,2	53,29	1,7
	P22	4,9	5,8	3,6	2,0	0,4	7,86	58,1	3,6	53,0	47,8	0,6	689,8	8,28	15,9	216,6	47,22	1,7
	M9	4,7	5,8	2,7	1,9	0,4	6,16	52,2	2,5	52,8	23,6	2,5	394,1	9,80	17,0	197,7	91,16	1,4
	M22	6,6	6,7	7,5	3,4	0,0	11,8	85,3	3,0	33,3	5,54	8,7	282,3	4,16	10,1	120,4	8,40	2,1
	MN	5,2	5,8	8,8	3,0	0,1	13,0	70,0	3,9	34,5	14,0	9,2	362,4	23,9	21,5	138,7	112,7	2,9
	P0	5,1	5,5	1,9	1,4	0,4	4,79	36,0	3,2	32,7	1,39	9,4	387,7	20,8	6,29	224,5	70,89	1,3
	P5	5,7	6,0	5,0	3,2	0,0	9,27	67,7	2,8	51,0	23,4	9,0	375,7	15,9	16,8	134,5	17,80	1,5
Dezembro/11 Verão	P17	5,3	5,8	4,1	2,4	0,1	7,62	58,4	2,9	53,8	21,7	6,7	360,6	18,5	21,6	148,4	36,03	1,7
	P22	4,3	5,1	2,4	1,6	1,1	5,97	29,7	2,6	62,3	15,5	5,8	282,3	8,79	9,41	136,7	31,92	1,4
	M9	4,9	5,6	2,8	2,0	0,2	5,42	43,5	2,0	53,6	15,2	4,6	115,0	14,8	11,6	104,3	57,76	1,3
	M22	6,5	6,5	7,7	4,1	0,0	12,2	82,2	2,6	42,5	2,88	4,7	134,3	7,42	3,92	118,2	9,01	1,7
	MN	5,4	6,0	7,4	2,5	0,0	10,6	71,8	3,8	39,6	1,73	5,0	212,6	6,00	11,3	97,07	111,1	2,9
	P0	4,5	5,4	1,0	1,0	0,8	3,75	25,2	2,6	44,0	1,13	2,6	329,3	21,4	4,47	200,4	103,9	1,0
	P5	5,6	6,0	4,5	2,9	0,0	8,42	64,1	2,5	60,0	19,0	5,3	385,0	20,5	16,2	135,9	51,13	1,4
	P17	5,0	5,5	3,4	2,3	0,2	6,97	48,5	2,4	52,3	28,8	5,6	410,6	30,2	20,7	135,5	50,30	1,5
	P22	4,5	5,3	2,7	1,4	0,8	6,31	38,1	2,5	53,6	13,9	3,6	371,6	11,2	8,43	122,0	52,83	1,4
	M9	5,0	5,6	3,9	2,2	0,2	6,64	49,9	2,1	45,3	16,1	5,6	106,6	21,5	14,1	127,1	61,30	1,7
Marco/11 Outono	M22	6,4	6,2	8,1	4,3	0,0	13,0	84,3	2,5	36,0	0,80	5,6	222,0	12,6	11,8	105,2	17,67	1,8
	MN	5,4	5,8	9,2	2,6	0,2	12,5	67,2	3,8	37,4	1,69	6,2	178,7	17,6	5,61	94,60	144,9	3,5
	P0	4,7	5,4	1,4	0,9	0,8	3,71	25,9	3,0	38,3	2,07	6,3	190,5	11,7	12,2	325,4	144,2	1,50
	P5	5,8	6,2	4,9	3,0	0,00	9,02	73,0	2,7	52,1	22,7	5,3	410,0	17,5	12,9	148,1	38,3	1,59
	P17	5,2	5,7	3,8	2,36	0,15	7,20	53,95	2,40	51,67	21,78	4,89	327,22	27,00	15,40	161,61	60,39	1,61
	P22	4,7	5,27	2,92	1,76	0,88	6,39	36,01	2,81	53,67	27,70	7,22	327,11	11,99	8,88	180,31	59,18	1,64
	M9	5,2	5,69	2,83	1,83	0,30	5,52	43,97	2,51	56,11	27,37	9,22	221,00	25,53	14,30	118,54	84,14	1,48
	M22	6,5	6,48	9,04	4,24	0,00	13,83	82,32	2,76	43,00	1,87	6,11	213,11	12,21	11,80	132,94	23,01	2,08

Apêndice 2 – Médias dos organismos/m² da mesofauna edáfica em cada grupo nas áreas: pastagem com 22 anos de descarte de resíduos de animais (P22), milho com 9 anos de descarte de resíduos de animais, mata nativa (MN), milho com 22 anos de descarte de resíduos de animais (M22), pastagem com 5 anos de descarte de resíduos de animais (P5), pastagem com 17 anos de aplicação de resíduos de animais e pastagem sem descarte de resíduos de animais (P0), determinadas em um Nitossolo Vermelho eutrófico de Concórdia, SC, em três épocas do ano. (Hym= Hymenoptera (Formiga); Ara= Aranéae; Col= Coleoptera; Chi= Chilopoda; Dipt= Larva de Diptera; Dipl= Diplopoda; Olig= Oligochaeta; Ac= Acarina; Iso= Isopoda; Isop= Isoptera; Col= Coleoptera; Pse= Pseudoescorpiónida; Sym = symphyla; Enc= enchytraeidae Coll= Collembola; Outros: organismos não identificados; Hemip= Hemiptera; Protura= Prot; Imaturo=organismos imaturos; Diplura=Diplura).

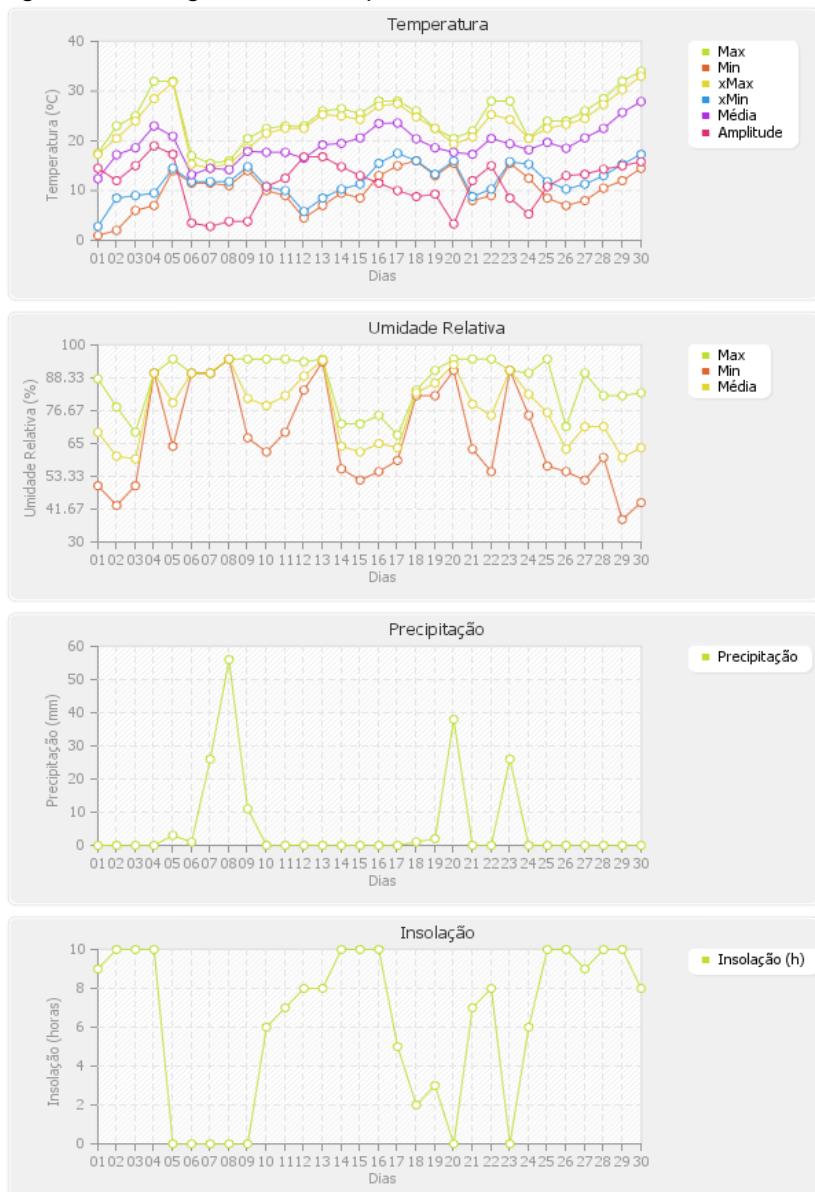
		Áreas	Grupos da mesofauna edáfica (organismos m ⁻²)																				
Época			Ac	Ara	Chi	Coll	Col	Der	Diplura	Dipt	Enc	Hym	Hemip	Iso	Isop	Ort	Olig	Protura	Pse	Sym	Thy	Imaturo	Outros
Setembro /11 Primavera	P22	42	4,4	2,2	13,3	15	0,0	0,0	8,8	0,0	227	0,0	2,2	0,0	0,0	2	0	0,0	0,0	0,0	0	2,2	0
	M9	43	6,6	2,2	8,8	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	112	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0,0	0	17	0
	MN	79	2,2	13	28,7	37	2,2	0,0	97,2	0,0	125	6,6	2,2	2,2	0,0	0	0	2,2	0,0	0	0	22	6
	M22	42	0,0	0,0	8,8	2,2	0,0	0,0	8,8	42,0	0,0	114	2,2	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
	P5	0,0	0,0	0,0	48,6	2,2	17,7	0,0	0,0	0,0	15,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0,0	0	17	0
	P17	33	0,0	0,0	183	0,0	0,0	2,2	13,3	0,0	2,2	6,6	0,0	0,0	0,0	0	0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
	P0	81	0,0	0,0	205	26	0,0	6,6	19,9	0,0	132,5	44,2	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	0,0
	P22	457	6,6	0,0	161,2	22,1	0,0	0,0	101,6	0,0	890,1	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	33,1	0,0	8,8	0,0	
	M9	315	8,8	0,0	103,8	17,7	0,0	8,8	174,5	0,0	194,4	2,2	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	MN	574	46,4	50,8	435	37,5	0,0	42,0	187,7	2,2	187,7	4,4	13,3	15,5	13,3	0,0	2,2	79,5	50,8	0,0	75,1	2,2	
Dezembro /11 Verão	M22	223	6,6	0,0	201,0	8,8	0,0	2,2	13,3	0,0	57,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0
	P5	614	0,0	4,4	59,6	15,5	0,0	0,0	99,4	0,0	15,5	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	17,7	8,8	
	P17	19,9	2,2	0,0	4,4	17,7	0,0	0,0	0,0	15,5	0,0	22,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	P0	218	8,8	0,0	39,8	26,5	0,0	0,0	13,3	0,0	90,6	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	P22	106	0,0	0,0	4,4	24,3	0,0	2,2	13,3	0,0	181,1	13,3	0,0	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	0,0	4,4	0,0	
	M9	132	2,2	4,4	125	2,2	0,0	11	48,6	0,0	83,9	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11	2	2,2	0	
	MN	186	7,5	9,9	84,5	7,5	0,0	2,5	14,9	0,0	59,6	0,0	0,0	2,5	0,0	0	0	67	37	2	17	0	
	M22	280	4,4	0,0	187	13	0,0	11	15,5	2,2	50,8	8,8	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	8,8	0	22	0	
	P5	296	2,2	0,0	112	0,0	0,0	22	64,1	0,0	110	2,2	0,0	0,0	0,0	8	0	0,0	8,8	0	6,6	0	
	P17	276	0,0	8,8	150,2	30,9	0,0	66	28,7	11,0	163,4	0,0	0,0	2,2	0,0	0	0	0,0	39	0	13	0	
	P0	79	0,0	0,0	114	72	0,0	6,6	17,7	0,0	108	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	22	0	8,8	0	

Apêndice 3 – Médias dos organismos/m² da macrofauna edáfica em cada grupo nas áreas: pastagem com 22 anos de descarte de resíduos de animais (P22), milho com 9 anos de descarte de resíduos de animais, mata nativa (MN), milho com 22 anos de descarte de resíduos de animais (M22), pastagem com 5 anos de descarte de resíduos de animais (P5), pastagem com 17 anos de aplicação de resíduos de animais e pastagem sem descarte de resíduos de animais (P0), determinadas em um Nitossolo Vermelho eutrófico de Concórdia, SC, em quatro épocas do ano.

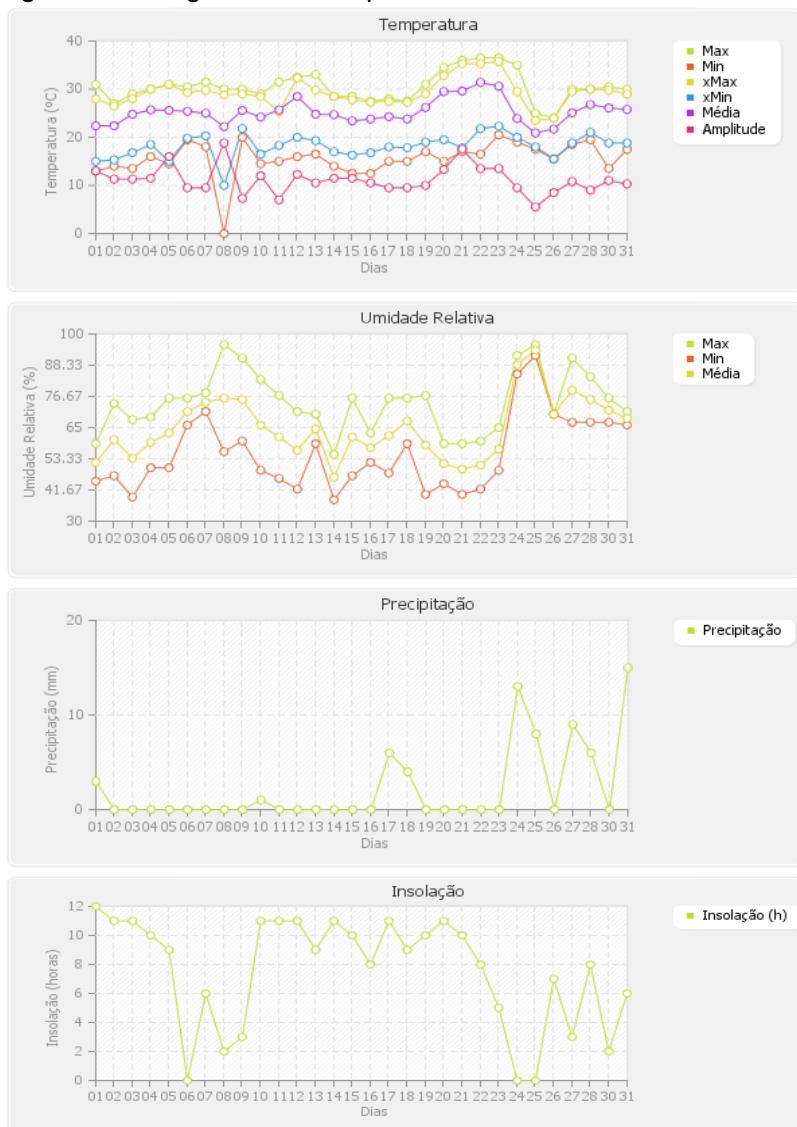
Grupos da macrofauna organismos m ⁻²																
	Ara	Chi	Col	Der	Diplo	Hym	Het	Iso	Isop	Ldip	OliG	Pse	Sym	Outros	Imaturo	
Set/11 Primavera	P22	2,38	4,76	14,29	0,00	0,00	470,24	0,00	0,00	236,90	1,19	44,05	0,00	5,95	0,00	2,38
	M9	0,00	1,19	27,38	0,00	0,00	26,19	0,00	0,00	0,00	0,00	5,95	0,00	0,00	0,00	0,00
	MN	5,95	26,19	33,33	0,00	4,76	21,43	0,00	4,76	0,00	17,86	110,71	3,57	5,95	0,00	30,95
	M22	3,57	1,19	2,38	0,00	0,00	19,05	4,76	1,19	0,00	151,19	47,62	0,00	0,00	0,00	1,19
	P5	3,57	0,00	17,86	0,00	2,38	83,33	33,33	0,00	0,00	15,48	61,90	0,00	0,00	0,00	67,86
	P17	1,19	0,00	41,67	0,00	1,19	40,48	0,00	0,00	0,00	11,90	34,52	0,00	0,00	0,00	11,90
	P0	1,19	1,19	40,48	0,00	0,00	113,10	0,00	0,00	0,00	0,00	10,71	0,00	0,00	0,00	9,52
	P22	7,14	2,38	13,10	0,00	5,95	65,48	0,00	0,00	84,52	0,00	2,38	0,00	0,00	0,00	10,71
Dez/11 Verão	M9	0,00	1,19	7,14	0,00	0,00	7,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	MN	39,29	16,67	39,29	1,19	1,19	77,38	0,00	28,57	0,00	16,67	7,14	2,38	1,19	0,00	4,76
	M22	0,00	0,00	3,57	0,00	3,57	97,62	0,00	0,00	0,00	3,57	4,76	0,00	0,00	0,00	0,00
	P5	0,00	0,00	21,43	0,00	0,00	9,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	P17	1,19	0,00	2,38	0,00	0,00	4,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	P0	1,19	0,00	5,95	0,00	0,00	22,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	P22	0,00	0,00	10,71	0,00	0,00	19,05	0,00	0,00	15,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	M9	1,19	3,57	1,19	0,00	0,00	7,14	0,00	2,38	0,00	0,00	4,76	0,00	0,00	13,10	0,00
Março/12 Outono	MN	16,67	13,10	25,00	4,76	3,57	60,71	0,00	5,95	0,00	0,00	2,38	2,38	2,38	0,00	4,76
	M22	0,00	7,14	9,52	1,19	0,00	4,76	0,00	0,00	0,00	0,00	15,48	0,00	0,00	0,00	0,00
	P5	1,19	2,38	19,05	0,00	0,00	42,86	0,00	0,00	0,00	1,19	84,52	0,00	2,38	0,00	0,00
	P17	1,19	16,67	19,05	0,00	0,00	10,71	0,00	0,00	0,00	0,00	23,81	0,00	8,33	2,38	0,00
	P0	1,19	0,00	26,19	0,00	0,00	21,43	0,00	0,00	77,38	3,57	0,00	0,00	1,19	2,38	0,00
	P22	1,19	2,38	3,57	0,00	0,00	51,19	0,00	2,38	33,33	0,00	1,19	0,00	0,00	0,00	1,19
	M9	2,38	16,67	4,76	2,38	0,00	22,62	0,00	3,57	0,00	1,19	39,29	0,00	0,00	0,00	1,19
	MN	0,00	8,33	9,52	0,00	5,95	3,57	0,00	0,00	0,00	0,00	4,76	0,00	7,14	2,38	0,00
Junho/12 Inverno	M22	0,00	1,19	9,52	0,00	1,19	1,19	0,00	0,00	0,00	120,24	75,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	P5	0,00	11,90	23,81	7,14	0,00	38,10	0,00	1,19	0,00	41,67	195,24	0,00	2,38	0,00	0,00
	P17	2,38	0,00	35,71	7,14	1,19	30,95	0,00	7,14	0,00	0,00	186,90	0,00	0,00	0,00	15,48
	P0	0,00	0,00	17,86	0,00	0,00	3,57	0,00	0,00	89,29	5,95	15,48	0,00	0,00	0,00	2,38

ANEXOS

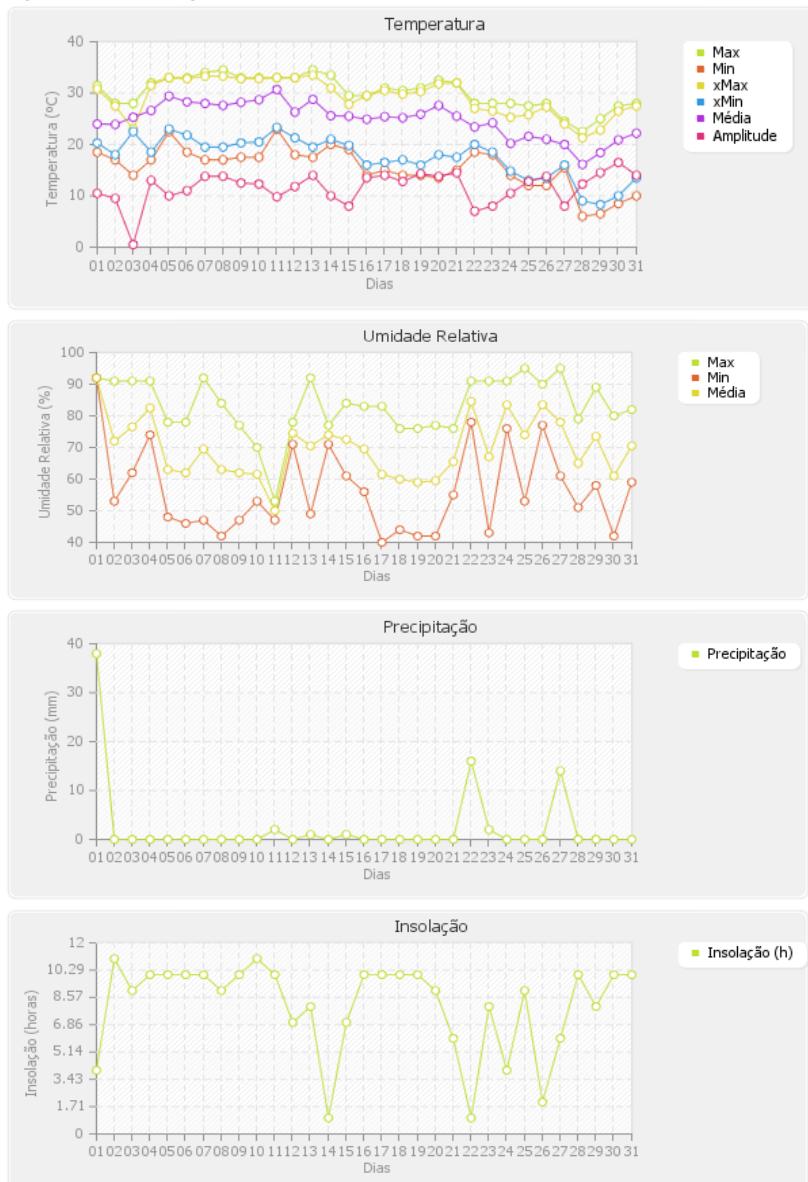
Anexo 1 – Dados climatológicos obtidos no município de Concórdia, SC, no mês de setembro de 2011. Fonte: Estação Agrometeorológica da Embrapa Suínos e Aves.



Anexo 2 – Dados climatológicos obtidos no município de Concórdia, SC, no mês de dezembro de 2011. Fonte: Estação Agrometeorológica da Embrapa Suínos e Aves.



Anexo 3 – Dados climatológicos obtidos no município de Concórdia, SC, no mês de março de 2012. Fonte: Estação Agrometeorológica da Embrapa Suínos e Aves.



Anexo 4 - Dados climatológicos obtidos no município de Concórdia, SC, no mês de junho de 2012. Fonte: Estação Agrometeorológica da Embrapa Suínos e Aves.

