



Comunidades de invertebrados terrestres de pastagem em área com produção animal no sul do Brasil

Terrestrial invertebrate communities of pasture in an area of animal production in southern Brazil

Kelly **FIGOZZE**¹; André **SORDI**¹; Alceu **CERICATO**¹ & Jackson Fábio **PREUSS**^{1,2}

RESUMO

A suinocultura tem importância econômica e social, mas a produção tem um grande potencial poluidor. Este trabalho teve como objetivo avaliar as alterações nos atributos químicos do solo e a composição de invertebrados terrestres em pastagem submetida à aplicação sucessiva de ejeções suínas. O estudo ocorreu na Fazenda Nardino, localizada no município de Cunha Porã (SC). As coletas para determinação de fósforo (P), potássio (K), pH, carbono orgânico e densidade foram realizadas em dez pontos de coleta em cada tipo de pastagem, nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 cm de profundidade do solo. Instalou-se um conjunto de 30 armadilhas de queda em cada um dos ambientes. A aplicação de ejeção líquida suína aumentou significativamente a concentração de P na superfície do solo e o tornou mais ácido. Apesar da alta similaridade da comunidade de invertebrados ($r^2 = 0,98$) entre os ambientes analisados, percebeu-se que a sucessiva aplicação de ejeções suínas afetou negativamente os invertebrados edáficos sensíveis às variações ambientais. A abundância não foi determinada estatisticamente pela temperatura, umidade relativa do ar e pluviosidade média mensal, entretanto é possível notar uma relação entre a abundância dos invertebrados e a curva da pluviosidade.

Palavras-chave: invertebrados edáficos; solo; suinocultura.

ABSTRACT

Pig farming has economic and social importance, but production has a great potential for pollution. The objective of this work was to evaluate the changes in soil chemical attributes and the composition of terrestrial invertebrates in pasture submitted to the successive application of swine ejections. The study was carried out at Fazenda Nardino, located in the municipality of Cunha Porã (SC). Samples were collected at 10 collection points in each pasture type, in the 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 cm depth layers, for the determination of phosphorus, potassium, pH, organic carbon and density ground. A set of 30 pitfall traps were installed in each environment. The application of liquid pig manure increased significantly the concentration of P on the soil surface and increased its acidity. the similarity in the invertebrate communities was high between the analyzed environments ($r^2 = 0,98$), it was noticed that the successive application of swine ejections negatively affected the edaphic invertebrates sensitive to environmental variations. The abundance was not determined statistically by the temperature, relative humidity and average monthly rainfall, however, it is possible to perceive a relation between invertebrate abundance and the rainfall curve.

Keywords: pig farming; soil; terrestrial invertebrates.

Recebido em: 23 mar. 2018
Aceito em: 21 ago. 2018

¹ Curso de Agronomia, Área das Ciências da Vida, Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc), Rua Oiapoc, 211, bairro Agostini – CEP 89900-000, São Miguel do Oeste, SC, Brasil.

² Autor para correspondência: jackson_preuss@yahoo.com.br.

INTRODUÇÃO

A produção de suínos vem crescendo nos últimos anos no mercado nacional e internacional, com um rendimento de 3,7 milhões de toneladas de carcaça por ano (MAPA, 2014). Trata-se de uma atividade econômica importante, principalmente na região oeste do estado de Santa Catarina (SC), onde se concentra o maior número de suinocultores (IBGE, 2016).

O desenvolvimento da suinocultura intensiva, com dimensionamentos empresariais, trouxe como consequência a produção de grandes quantidades de ejeções, que, em 75% das granjas, são depositadas em lagoas anaeróbicas impermeabilizadas com manta de borracha protetora (ANDREAZZI *et al.*, 2015).

Em termos de pequenos produtores, apesar da importância econômica, social e cultural da suinocultura, a produção tem um potencial poluidor muito grande, em virtude do grande volume de ejeções gerado por animal e da concentração em pequenas áreas. O uso das ejeções em lavouras é uma alternativa que os produtores possuem para dar destino à elevada produção.

Por apresentar uma composição química variável, decorrente de alterações na alimentação e no manejo dos suínos, as ejeções causam um impacto diferente ao meio ambiente heterogêneo (MELLER, 2007). O uso incorreto das ejeções pode resultar em contaminação de solo e água, sobretudo em propriedades com alta concentração de animais e pouca área agricultável (SILVA & BASSI, 2012). Dessa forma, torna-se necessário que sejam conduzidos estudos objetivando mensurar ou estimar as alterações que tal prática causa nos ecossistemas e sobre a biodiversidade (SEGAT, 2012).

Em avaliações de impactos ambientais sobre a biodiversidade, os invertebrados merecem destaque, pois correspondem ao grupo com maior êxito evolutivo da terra (BRUSCA & BRUSCA, 2007), cuja importância na natureza é indiscutível (FERREIRA, 2005). Em particular, os de solo são considerados agentes extremamente importantes na geração e manutenção biológica, química e física dos ecossistemas (DINDAL, 1990; BLAIR *et al.*, 1996; BARBOSA, 2008).

Os estudos de levantamento e caracterização da fauna de solo e do seu comportamento ecológico são importantes, uma vez que permitem a compreensão das complexas relações existentes entre os diferentes organismos na natureza (PAOLETTI & BRESSAN, 1996). Atualmente esse tipo de conhecimento vem sendo utilizado no desenvolvimento de ações de gestão ambiental e na elaboração de políticas de conservação (SILVA *et al.*, 2014).

A carência de informações sobre a fauna edáfica em regiões com elevada produção animal é uma grande preocupação. A suinocultura é um exemplo de agricultura intensiva que envolve a produção e o descarte indevido de grandes quantidades de ejeções animais que modificam as propriedades do solo e, por conseguinte, podem alterar a estrutura, a atividade e a diversidade da fauna edáfica (BARETTA *et al.*, 2003; ALVES *et al.*, 2008; MACCARI, 2014).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações nos atributos químicos do solo e a composição de invertebrados terrestres em pastagem submetida à aplicação sucessiva de ejeções suínas.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Fazenda Nardino, localizada na comunidade da Linha Pindorama, interior do município de Cunha Porã, extremo oeste do estado de Santa Catarina, sul do Brasil (-26 89' 64,37S"; -53 19' 06,45W") (figura 1).

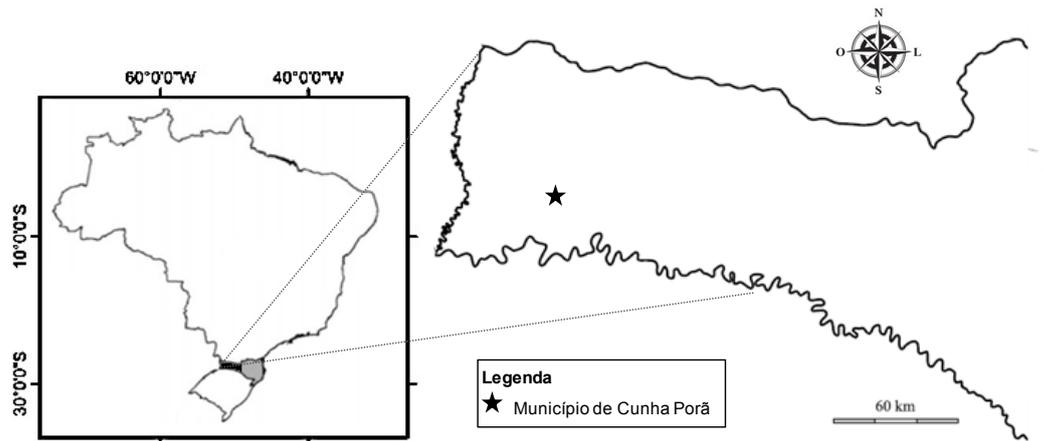


Figura 1 – Mapa do Brasil, com destaque para o oeste de Santa Catarina e o município de Cunha Porã (SC).

A altitude média é de 610 m. O clima, segundo o sistema de Köppen, é do tipo Cfa mesotérmico subtropical úmido (PEEL *et al.*, 2007). A área da fazenda abrange um total de 8 hectares (oito mil metros quadrados) com pastagens perenes com aplicação de ejeções suínas como adubos orgânicos (CD) e 4 hectares (quatro mil metros quadrados) com pastagens sem aplicação de adubação orgânica (SD). Ambas as áreas apresentam características edáficas, fisiológicas e ciclo semelhantes e estão a uma distância de 100 m entre si.

As ejeções líquidas de suíno (DLS) são provenientes de pocilga de uma granja com animais em fase de terminação, no sistema de confinamento, com limpeza intermitente das instalações. O DLS permaneceu armazenado em estrumeira por aproximadamente 40 dias antes da aplicação a lanço, sendo reaplicado a cada 40 dias, logo após cada corte da pastagem. Medindo-se a dose de DLS por meio da vazão do distribuidor, constatou-se que, ao longo do ano, são despejados cerca de 280.000 litros de DLS por hectare.

COLETA DE DADOS

As coletas para as análises químicas e físicas aconteceram em dezembro de 2017, em dez pontos de coleta em cada sistema de pastagens perenes, nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 cm de profundidade do solo. Para obtenção das amostras para as análises químicas, utilizou-se trado holandês, com caçamba de 10 cm e diâmetro de 1 1/2" (uma polegada e meia), para coletar o solo em camadas de 10 cm, as quais foram subdivididas em duas amostras na primeira tradagem de cada ponto amostral. Essas amostras foram destinadas ao Laboratório Multiuso da Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc), *campus* de Maravilha (SC), onde secaram a uma temperatura ambiente por 72 horas. Posteriormente, as amostras de solo foram usadas na determinação dos parâmetros químicos do solo, sendo eles carbono orgânico total (COT), fósforo (P), potássio (K) e pH. A fim de obter as amostras destinadas a verificar a densidade (Ds), empregou-se trado *uhland*, com anéis de 5 cm de altura e 100 cm³ de volume. Os anéis com solo secaram por 48 horas em estufa a 105°C e, por relação massa/volume, forneceram a densidade de cada amostra.

Para a determinação de COT, P, K e pH, as amostras foram secas ao ar, passadas em peneira de 2 mm, moídas em gral até passar em peneira de 0,25 mm. Para encontrar o valor de COT, recorreu-se à metodologia proposta pela Embrapa (1997). Para determinar P, K e pH, empregou-se o método descrito em Tedesco *et al.* (1995).

Efetuaram-se mensalmente as coletas de invertebrados, no período de maio a novembro de 2017, com armadilhas de solo do tipo *pitfall-trap*. Espécimes-testemunho foram depositados na Coleção Zoológica da Unoesc, *campus* de São Miguel do Oeste (SC). As *pitfalls* ficaram expostas por um período de 72 horas mensais. As armadilhas de queda eram constituídas de copos plásticos de 500 ml enterrados ao nível do solo. Os copos foram preenchidos com aproximadamente 125 ml de solução conservante, composta de formalina 2% e algumas gotas de detergente, para quebrar

a tensão superficial dela, impedindo assim que os indivíduos capturados fugissem ou ficassem flutuando.

Instalou-se um conjunto de 30 armadilhas de queda em cada um dos ambientes (CD e SD). As armadilhas de queda foram dispostas em três linhas (A, B e C) de 45 metros de comprimento cada, paralelas entre si e equidistantes 5 m. Cada linha continha dez armadilhas, separadas 5 metros entre si. Cada armadilha de queda foi identificada com a numeração de 1 a 10 e com a letra das respectivas linhas (A, B e C), sendo A1 a A10, B1 a B10 e C1 a C10 (figura 2).

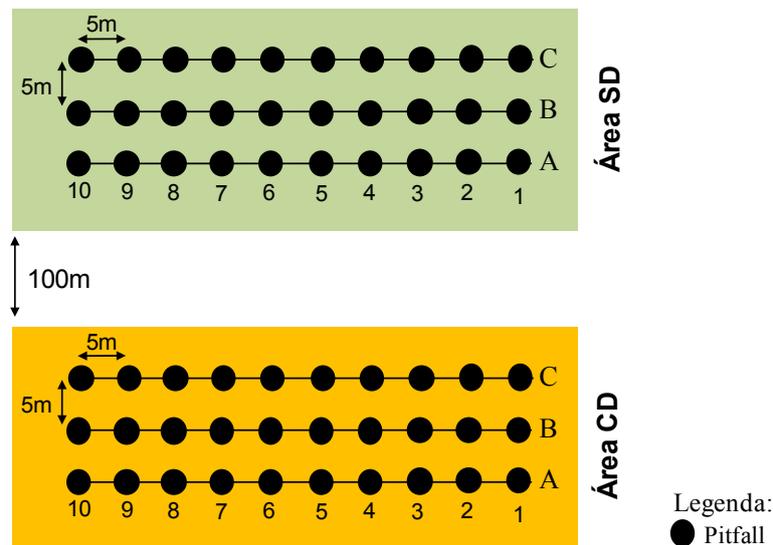


Figura 2 – Esquema representativo da disposição das armadilhas nas áreas amostradas. Legenda: CD: área com ejeções suínas; SD: área sem ejeções suínas.

Posteriormente, as coletas foram acondicionadas em potes plásticos com a identificação da área e o número da *pitfall*. Encaminharam-se os artrópodes coletados para triagem e devida classificação em níveis de ordem. Realizou-se a classificação de acordo com as chaves taxonômicas de Costa Lima (1955), Borror & De Long (1988) e Brusca & Brusca (2007). Todos os animais foram depositados na Coleção Zoológica da Unoesec (UNO 0001638).

Em cada ambiente amostrado, foram registradas as características ambientais de temperatura do ar e pluviosidade acumulada do dia. Aferiu-se a temperatura a 50 cm do solo no momento de cada coleta. Os dados de pluviosidade foram cedidos pelo *site* de estação meteorológica INMET, de São Miguel do Oeste (SC) (26°46'36.47"S e 53°30'16.68"W), a qual fica a uma distância de 60 km da área de estudo.

Submeteram-se os dados de solo a análise de variância (Anova), e as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. Para a análise de similaridade entre as áreas, calculou-se o coeficiente de similaridade de Morisita-Horn ($C\lambda$) (KREBS, 1989). Para a avaliação da diversidade encontrada em cada ambiente amostrado, utilizou-se o índice de Shannon-Weaver (H'). A fim de determinar possíveis associações da abundância e as variáveis climáticas, realizaram-se análises de regressão linear múltipla, sendo considerados significativos valores de $P < 0,05$ (ZAR, 1999). As temperaturas médias mensais e a pluviosidade mensal acumulada foram transformadas pela função $\log_{10}(x+1)$, centralizadas e padronizadas, quando necessário. Efetuaram-se as análises no *software* estatístico BioEstat 5.3 (AYRES *et al.*, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

PARÂMETROS QUÍMICOS E ORGÂNICOS DO SOLO

Os resultados obtidos indicaram que houve diferença significativa entre as pastagens CD e SD e entre as camadas amostradas para todas as variáveis examinadas (tabela 1).

Tabela 1 – Teores de C orgânico, P, K, pH e densidade em diferentes profundidades de solo, em sistemas com e sem aplicação de DLS. Legenda: COT – carbono orgânico total, CV – coeficiente de variação, DS – densidade, K – potássio, P – fósforo.

Sistema	DS g cm ⁻³	COT g kg ⁻¹	pH	P mg dm ⁻³	K
Com ejeções	1,09a	36,55b	5,11b	12,58a	356,30b
Sem ejeções	0,91b	40,91a	5,60a	10,00b	547,9a
Profundidade (cm)					
0-5	1,01ab	51,06a	5,27b	16,34a	558,5a
5-10	0,91b	45,57b	5,35ab	12,85b	554,05a
10-20	1,04a	32,98c	5,34ab	9,97c	413,15b
20-30	1,04a	25,31d	5,47a	5,98d	282,7c
CV sistema (%)	5,23	11,09	3,28	34,13	19,34
CV profundidade (%)	12,44	10,09	4,14	26,19	20,46

Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

É possível perceber que os teores de P diminuíram com o aumento da profundidade do solo para ambos os sistemas, sendo significativamente maiores na superfície do solo, ou seja, 12,58 mg dm⁻³ na área com aplicação de DLS. Segundo Berwanger *et al.* (2008), a aplicação de ejeções líquidas de suínos na superfície do solo causa aumento do P disponível no solo até 15 cm de profundidade. Existe grande preocupação quanto à aplicação sistemática de ejeções suínas no solo, uma vez que provoca acúmulo de P no solo (BASSO, 2003). Seganfredo (2001) destaca que as adubações com ejeções de animais apresentam risco de poluição às águas superficiais, por causa do excesso de P, mesmo nos solos de baixa fertilidade.

Houve diferença significativa para os teores de K, sendo a sua concentração menor em sistema CD, que é de 356,30 mg dm⁻³. Possivelmente esse fato está relacionado à grande extração de massa seca na área com aplicação de DLS. Diversas plantas absorvem potássio em quantidades superiores às necessárias, acumulando-se nos tecidos (MEURER, 2006). Portanto, não ocorre acúmulo de K no solo, apesar da disponibilização constante pela aplicação de DLS.

Percebe-se uma diferença significativa para pH nos sistemas avaliados. O sistema CD apresentou-se mais ácido (pH = 5,11) se comparado ao SD (pH = 5,60). Destaca-se que os manejos edáficos, como adubação nitrogenada, podem acidificar o solo (MALAVOLTA, 1981). A acidez dos solos promove o aparecimento de alumínio tóxico e também a diminuição da disponibilidade de nutrientes para as plantas, o que pode afetar diretamente toda uma cadeia faunística (BRADY, 1983; HARADA & BANDEIRA, 1994).

Os resultados evidenciaram diminuição de COT com o aumento da profundidade para ambas as áreas (tabela 1). Além disso, observa-se maior teor de COT em sistema SD. Conforme Muniz *et al.* (2015), o teor de COT é decorrente da deposição contínua de resíduos vegetais na superfície. De acordo com Pimentel *et al.* (2006), o COT contribui para a atividade biológica no ambiente.

O sistema CD mostrou-se significativamente mais denso em camadas inferiores a 10 cm. Tal fato se deve à mecanização agrícola utilizada para aplicação de DLS, que aumenta a compactação do solo. O tráfego excessivo, sem o controle das diversas condições do solo, é o principal responsável pela compactação ocasionada por forças mecânicas, tanto pelo exagerado número de operações como pelo simples tráfego do trator sobre o solo com altos índices de umidade (BELTRAME & TAYLOR, 1980; SILVA & CABEDA, 2006).

MACROFAUNA EDÁFICA SOB APLICAÇÃO DE EJEÇÕES SUÍNAS

Ao todo foram coletados 24.024 indivíduos, distribuídos em 22 grupos taxonômicos de invertebrados (tabela 2). A fauna edáfica compõe-se de organismos pertencentes aos filos Arthropoda (99,43%), Annelida (0,09%) e Mollusca (0,47%). O filo Arthropoda foi significativamente mais abundante ($X^2_{(1)} = 23888$; $P < 0,05$) em comparação aos outros grupos.

O filo Mollusca foi representado exclusivamente pela ordem Pulmonata (Gastropoda). Quanto ao filo Annelida, 18 pertencem à ordem Oligochaeta e quatro à ordem Hirudinea. A ordem Oligochaeta foi responsável por 88,8% dos anelídeos capturados na área SD. O filo Arthropoda foi representado pelos táxons Arachnida, Chilopoda, Diplopoda, Malacostraca e Insecta.

Tabela 2 – Quantidade de invertebrados amostrados nos dois pontos de coleta em pastagens perenes no município de Cunha Porã, Santa Catarina, Brasil. Área com ejeções (CD): proporção dos táxons de invertebrados coletados na área sob influência da aplicação de ejeções suínas. Área sem ejeções (SD): proporção dos táxons de invertebrados coletados na área sem a aplicação de ejeções suínas. N absoluto: abundância dos táxons coletados durante o experimento em ambas as áreas. FR%: frequência relativa dos táxons de invertebrados coletados durante o experimento em ambas as áreas. Total: proporção dos invertebrados coletados durante o experimento em ambas as áreas.

Filo	Táxon	Ordem	(CD)		(SD)	
			N	(FR%)	N	(FR%)
Arthropoda	Arachnida	Acarina	233	1.98	148	1.21
		Araneae	71	0.60	501	4.08
		Opiliones	58	0.49	26	0.21
		Pseudoscorpiones	4	0.03	8	0.07
	Insecta	Blattodea	68	0.58	9	0.07
		Coleoptera	1.164	9.91	1.102	8.98
		Collembola	5.537	47.13	7.151	58.26
		Dermaptera	13	0.11	16	0.13
		Hemiptera	2.690	22.90	340	2.77
		Hymenoptera	778	6.62	1.413	11.51
		Lepidoptera	172	1.46	114	0.93
		Diptera	695	5.92	1.111	9.05
		Ephemeroptera	–		2	0.02
		Orthoptera	102	0.87	121	0.99
	Thysanoptera	1	0.01	1	0.01	
	Malacostraca	Amphipoda	16	0.14	21	0.17
		Isopoda	25	0.21	38	0.31
Chilopoda		–		11	0.09	
	Diplopoda	–		85	0.69	
Annelida	Oligoqueta	Haplotaxida	5	0.04	13	0.10
	Hirudinea	–	1	0,01	3	0,02
Mollusca	Gastropoda	Pulmonata	73	0.62	41	0.33
Total			11.749		12.275	

A ordem mais abundante foi Collembola (12.688 indivíduos), seguida de Hemiptera (3.030), Coleoptera (2.266), Hymenoptera (2.191), Diptera (1.806), Araneae (572), Acarina (381), Lepidoptera (286), Orthoptera (223), Diplopoda (126), Pulmonata (114), Opiliones (84), Blattodea (77), Isopoda (63), Amphipoda (37), Dermaptera (29), Haplotaxida (18), Chilopoda (13), Pseudoscorpiones (12), Ephemeroptera (2) e Thysanoptera (2).

Os resultados indicam que não houve diferença significativa em nível de 5% entre o número de grupos de invertebrados encontrados na área com aplicação de ejeções suínas e aqueles coletados na área de pastagem em que não tenha ocorrido aplicação de ejeções suínas. Registrou-se uma alta similaridade ($r^2 = 0,98$) entre as áreas, indicando grande semelhança na comunidade de invertebrados dos ambientes analisados. Entretanto a densidade de invertebrados amostrada foi maior na área de pastagem SD, com 12.275 indivíduos (50,56%) ($H = 7,714$).

Assim, pôde-se constatar a influência positiva da não aplicação de ejeções suínas nas pastagens sobre a diversidade da fauna edáfica. Outros autores observaram que ambientes com adubação por ejeções suínas apresentam, em geral, menor biodiversidade (e.g. CATTELAN & VIDOR, 1990; KLENK *et al.*, 2014).

A grande similaridade de grupos entre as áreas evidencia que as diferenças na conformação do ambiente se mostraram relevantes apenas para grupos em que a estrutura da serrapilheira é fundamental, como no caso das aranhas (LEIVAS & FISCHER, 2008), das quais se coletaram 501 indivíduos na área de pastagem SD e apenas 71 na área com aplicação de ejeções suínas.

As aranhas, como são animais sensíveis às variações e à complexidade ambiental, servem como excelentes bioindicadores da qualidade ambiental (RAIZER *et al.*, 2006). Além disso, desempenham função essencial como predadores, podendo controlar pragas agrícolas (THOMSON & HOFFMANN, 2009). Para tanto, a área SD pode representar um bom nível de complexidade estrutural, por oferecer um ambiente adequado – por exemplo, abrigo ou nicho mais positivo ao grupo (LAMONDIA *et al.*, 2002; CUNHA *et al.*, 2014).

As ordens Collembola (46,62%), Hemiptera (22,65%) e Coleoptera (9,80%) foram os táxons mais representativos na área CD (figura 3). A alta frequência desses insetos pode estar associada à aplicação e composição química das ejeções suínas, uma vez que, em agroecossistemas, as mudanças ambientais bruscas favorecem o aparecimento de insetos pragas (BARETTA *et al.*, 2003; KORASAKI *et al.*, 2013).

Em contrapartida, o sistema de pastagem SD é reconhecidamente conservacionista e possui boa capacidade de manutenção da densidade e diversidade da fauna edáfica (MENEZES *et al.*, 2009). Nesse sistema a ordem Collembola também foi mais abundante (58,88%), seguida das ordens Hymenoptera e Diptera, com respectivamente 11,63% e 9,15% dos indivíduos coletados (figura 3). Estes são táxons especializados em criação de estruturas biogênicas, sendo importantes para a estrutura física do solo, pela formação de galerias e agregados, além de incorporarem matéria orgânica (KLENK *et al.*, 2014).

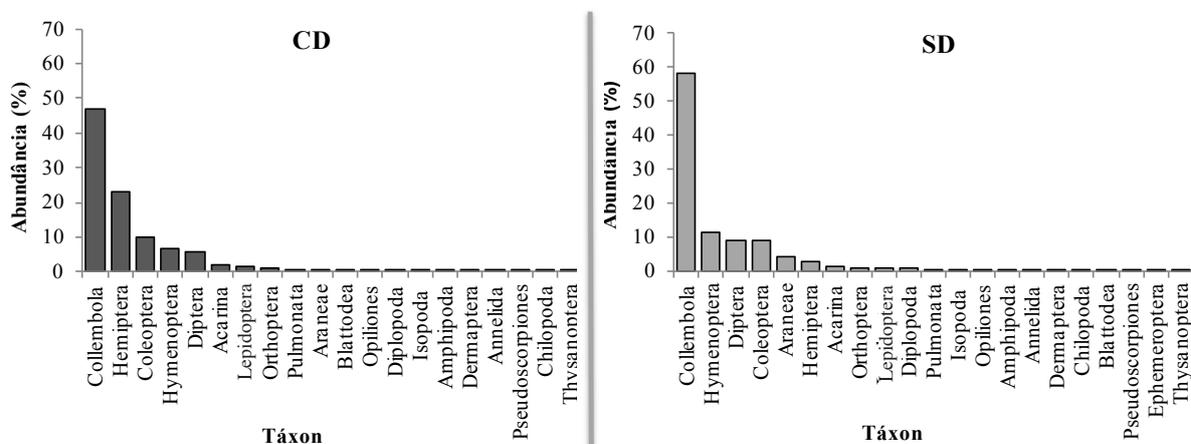


Figura 3 – Frequência relativa da abundância de invertebrados terrestres coletados nas pastagens com aplicação de ejeções suínas (CD) e sem aplicação de ejeções suínas (SD), no município de Cunha Porã, Santa Catarina, Brasil.

Collembola foi a ordem mais abundante em ambos os sistemas (CD: $n = 5.537$; 47,13% / SD: $n = 7.151$; 58,26%). São artrópodes considerados indicadores da condição biológica e da qualidade do solo, por serem sensíveis às alterações ambientais e às intervenções antrópicas (SANTORUFO *et al.*, 2012). Desempenham importantes funções no sistema edáfico, pois auxiliam no processo de decomposição da matéria orgânica, na ciclagem de nutrientes, na regulação de populações microbianas, no aumento da porosidade do solo e, por conseguinte, na troca de gases e retenção de água, podendo ser usados como indicador da qualidade ambiental (BRUSSAARD *et al.*, 1997; ARAÚJO & RIBEIRO, 2005). Dessa forma, sua elevada abundância provavelmente indique que a ecologia edáfica desse táxon não foi afetada pela aplicação de ejeções suínas no local.

Na ordem Hymenoptera predominaram as formigas, fato já esperado. Elas são consideradas dominantes na maioria dos ecossistemas terrestres (ALONSO & AGOSTI, 2000; KORASAKI *et al.*, 2013). De acordo com Lobry de Bruyn (1999), as formigas adaptam-se facilmente às diferentes condições locais, podendo haver predomínio de uma ou mais espécies. São componentes importantes dos mecanismos de ciclagem e fluxo de nutrientes nos ecossistemas, em virtude de sua elevada biomassa (GRIME, 1998).

Ressalta-se a considerável presença de representantes da ordem Diptera (10,4%) na área sem aplicação de ejeções suínas. São indivíduos não alvos em armadilhas de solo do tipo *pitfall* (TACCA *et al.*, 2017). A grande quantidade de insetos dessa ordem pode ser justificada pela diversidade do grupo, tanto ecologicamente quanto em termos de riqueza de espécies (PINHO, 2008; TACCA *et al.*, 2017).

A abundância não foi determinada estatisticamente pela temperatura, umidade relativa do ar ou pluviosidade média mensal ($p = 0,76$; $r^2 < 0,08$). A flutuação da abundância dos grupos ao longo do ano mostrou-se semelhante nas áreas amostradas. É possível, todavia, perceber uma relação entre a abundância dos invertebrados e a curva da pluviosidade, visto que, em alguns meses, o número de indivíduos cresceu com o aumento dessa variável ambiental (figura 4).

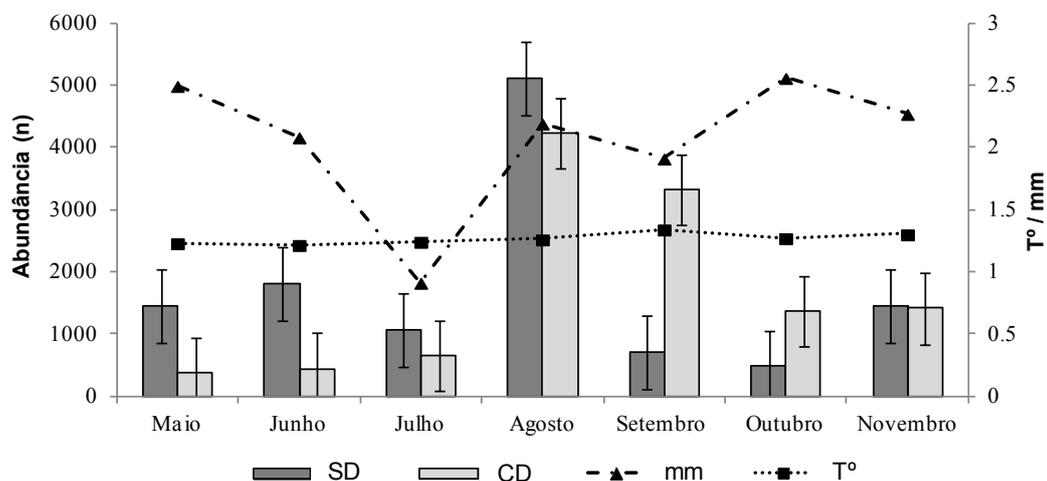


Figura 4 – Relação da abundância de invertebrados (n) com a temperatura média diária (T°) em \log_{10} e pluviosidade mensal (mm) em \log_{10} , entre os meses de maio e novembro de 2017, em pastagens perenes com aplicação de ejeções suínas (CD) e sem ejeções suínas (SD) no município de Cunha Porã (SC), sul do Brasil.

As altas densidades populacionais das espécies nos meses de chuva podem estar intimamente relacionadas com a qualidade do ambiente, a disponibilidade de alimento, o período de acasalamento e a colonização de novos hospedeiros (DORVAL *et al.*, 2010). Além disso, o aumento das chuvas pode ter atuado como gatilho para a retomada da atividade dos insetos (GANTES, 2011; SILVA *et al.*, 2014).

É possível também que muitos outros fatores, tais como competição interespecífica e intraespecífica, predação, parasitismo, estrutura do substrato e distribuição de um recurso alimentar

em um determinado momento do ano, estejam agindo em conjunto com aspectos climáticos para moldar os padrões de distribuição e abundância de insetos em um determinado ambiente (GARCIA, 2002; LEIVAS & FISCHER, 2008).

CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo mostram altos valores de similaridade da fauna de invertebrados nas áreas e que os colêmbolos são o grupo dominante nos agroecossistemas avaliados. Percebeu-se que a área com sucessiva aplicação de ejeções suínas se mostrou negativa aos invertebrados edáficos, fato constatado pela diminuição do número total de indivíduos, sobretudo de grupos sensíveis às variações em complexidade ambiental, como no caso das aranhas. A aplicação de ejeções suínas aumentou significativamente a concentração de P na superfície do solo, tornando-o mais ácido e, conseqüentemente, trazendo efeitos negativos para a cadeia faunística. Entretanto, para avaliar a ação ecotoxicológica do emprego de ejeções suínas como fertilizante agrícola sobre os ecossistemas, são necessários mais estudos sistematizados em longo prazo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa de Bolsas do Fundo de Apoio à Manutenção e ao Desenvolvimento da Educação Superior (Fumdes) o apoio financeiro e logístico e ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) a autorização de coleta e transporte dos espécimes por meio do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (Sisbio).

REFERÊNCIAS

- Alonso, L. E. & D. Agosti. Biodiversity studies, monitoring, and ants: an overview. In: Agosti D.; J. D. Majer; L. E. Alonso & T. R. Schultz (eds.). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington: Smithsonian Institution Press; 2000. p. 1-8.
- Alves, M. V.; J. C. P. Santos; D. T. Gois; J. V. Alberton & D. Baretta. Macrofauna do solo influenciada pelo uso de fertilizantes químicos e dejetos de suínos no Oeste do estado de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 2008; 32: 589-598.
- Andreazzi, M. A.; J. M. G. dos Santos & R. M. J. Lazaretti. Destinação dos resíduos da suinocultura em granjas das regiões noroeste e sudoeste do Paraná. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*. 2015; 19(3): 744-751.
- Araújo, E. A. & G. A. Ribeiro. Impactos do fogo sobre a entomofauna do solo em ecossistemas florestais. *Natureza & Desenvolvimento*. 2005; 1(1): 75-85.
- Ayres, M.; M. Ayres Júnior; D. L. Ayres & A. A. Santos. *Bioestat – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas*. Belém: ONG Mamirauá; 2007.
- Barbosa, O. A. A. Entomofauna de solo em áreas de vegetação nativa e de cultivo de cana-de-açúcar no município de União, Piauí [Dissertação de Mestrado]. Teresina: Universidade Federal do Piauí; 2008.
- Baretta, D.; J. C. P. Santos; A. L. Mafra; L. P. Wildner & D. J. Miquelluti. Fauna edáfica avaliada por armadilhas de catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. *Revista de Ciências Agroveterinárias*. 2003; 2: 97-106.
- Basso, C. J. Perdas de nitrogênio e fósforo com aplicação no solo de dejetos líquidos de suínos [Tese de Doutorado]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2003.
- Beltrame, L. F. S. & J. C. Taylor. Causas e efeitos da compactação do solo. *Lavoura Arrozeira*. 1980; 32: 59-62.
- Berwanger, A. L.; C. A. Ceretta & D. R. dos Santos. Alterações no teor de fósforo no solo com aplicação de dejetos líquidos de suínos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 2008; 32: 2525-2532.

- Blair, J. M.; P. J. Bohlen & W. Freckman. Soil invertebrates as indicators of soil quality. In: Doran, J. W. & A. J. Jones. *Methods for assessing soil quality*. Madison: Soil Science Society of America; 1996. p. 273-292.
- Borror, D. J. & D. M. De Long. *Introdução ao estudo dos insetos*. São Paulo: Edgar Blucher; 1988. 653 p.
- Brady, N. C. *Natureza e propriedades dos solos*. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos; 1983. 878 p.
- Brusca, R. C. & G. J. Brusca. *Invertebrates*. 2. ed. Massachusetts: Sinauer Associates; 2007. 936 p.
- Brussaard, L.; V. M. Behan-Pelletier; D. E. Bignell; V. K. Brown; W. Didden; P. Folgarait; C. Fragoso; D. Wall-Freckman; V. V. S. R. Gupta; T. Hattori; D. L. Hawksworth; C. Klopatek; P. Lavelle; D. W. Malloch; J. Rusek; B. Söderström; J. M. Tiedje & R. A. Virginia. Biodiversity and ecosystem functioning in soil. *Ambio*. 1997; 26(8): 563-570.
- Cattelan, A. J. & C. Vidor. Sistemas de culturas e a população microbiana do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 1990; 14: 125-132.
- Costa Lima, A. *Insetos do Brasil*. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia; 1955. 289 p.
- Cunha, J. A. S.; R. F. M. Barros; H. U. Mehl & P. R. R. Silva. Atributos agroecológicos de solo e caracterização de predadores generalistas no cultivo de melancia nos tabuleiros litorâneos do Piauí, Brasil. *Revista Brasileira de Agroecologia*. 2014; 9: 269-281.
- Dindal, D. L. *Soil biology guide*. New York: John Wiley; 1990. 1349 p.
- Dorval, A.; F. Peres; O. Melo e Sousa; R. A. de Ticle & M. N. Ferreira. Diversidade da entomofauna coletada com armadilhas luminosas na região noroeste do estado de Mato Grosso. *Multitemas*. 2010; 38: 121-143.
- Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análise de solo*. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPS; 1997. 212 p.
- Ferreira, A. C. K. Diversidade de aranhas de solo em uma área de restinga do Parque Estadual de Itapuã Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil [Dissertação de Mestrado]. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; 2005.
- Gantes, M. L. *Composição e estrutura da comunidade de insetos de uma marisma da Ilha da Pólvora, Rio Grande, Brasil* [Dissertação de Mestrado]. Rio Grande: Universidade Federal do Rio Grande; 2011.
- Garcia, F. R. M. *Zoologia agrícola: manejo ecológico de pragas*. 2. ed. Porto Alegre: Rígel; 2002.
- Grime, J. P. Benefits of plant diversity to ecosystems: immediate, filter and founder effects. *Journal of Ecology*. 1998; 86: 901-910.
- Harada, A. Y. & A. G. Bandeira. Estratificação e densidade de invertebrados em solo arenoso sob floresta primária e plantios arbóreos na Amazônia central durante a estação seca. *Acta Amazônica*. 1994; 24(1/2): 103-118.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo agropecuário 2016 – resultados preliminares*. 2016. [Acesso em: 19 fev. 2018]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>.
- Klenk, L. A.; M. A. C. Zaedaneack; A. C. V. Motta; R. Consalter; A. S. Richeter & E. Borges. Macrofauna invertebrada edáfica em pastagem sul-brasileira sob diferentes preparos orgânicos. *Comunicata Scientiae*. 2014; 5: 339-348.
- Korasaki, V.; J. W. de Moraes & R. F. Braga. Macrofauna. In: Moreira, F. M. S.; J. E. Cares; R. Zanetti & S. L. Stürmer (Eds.). *O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal*. Lavras: Editora da Ufla; 2013. p. 79-128.
- Krebs, C. *Ecological methodology*. New York: Harper-Collins; 1989.
- LaMondia, J. A.; H. W. Elmer; T. L. Mervosh & R. S. Cowles. Integrated management of strawberry pests by rotation and intercropping. *Crop Protection*. 2002; 21: 837-846.
- Leivas, F. W. T. & M. L. Fischer. Avaliação da composição de invertebrados terrestres em uma área rural localizada no município de Campina Grande do Sul, Paraná, Brasil. *Biotemas*. 2008; 21: 65-73.
- Lobry de Bruyn, L. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 1999; 74(1): 425-441.
- Maccari, A. P. Avaliação ambiental do uso de dejetos de suínos por meio de ensaios ecotoxicológicos em solos do estado de Santa Catarina [Dissertação de Mestrado]. Florianópolis: Universidade do Estado de Santa Catarina; 2014.
- Malavolta, E. *Manual de química agrícola: adubos e adubação*. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres; 1981. 594 p.
- Mapa – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Suínos*. 2014. [Acesso em: 15 jan. 2016]. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/suinos>.

- Meller, C. B. Tecer, lançar e recolher redes de saberes ambientais de atores sociais que se envolvem com a suinocultura [Tese de Doutorado]. São Leopoldo: Universidade do Vale do Rio dos Sinos; 2007.
- Menezes, C. E. G.; M. E. F. Correia; M. G. Pereira; I. Batista; K. M. Rodrigues; W. H. Couto; L. H. C. Anjos & I. P. Oliveira. Macrofauna edáfica em estádios sucessionais de floresta estacional semidecidual e pastagem mista em Pinheiral – RJ. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 2009; 33: 1647-1656.
- Meurer, E. J. Potássio. In: Fernandes, M. S. *Nutrição mineral de plantas*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2006. p. 281-298.
- Muniz, A. W.; R. B. Correa; J. R. A. Fontes & I. J. Oliveira. Acúmulo de carbono orgânico no sistema de plantio direto de milho no Amazonas. *Circular Técnica*, 48. Brasília: Embrapa; 2015. [Acesso em: 19 fev. 2018]. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1017261/1/CircTec48.pdf>.
- Paoletti, M. G. & M. Bressan. Soil invertebrates as bioindicators of human disturbance. *Critical Review in Plant Sciences*. 1996; 15: 21-62.
- Peel, M. C.; B. L. Finlayson & T. A. McMahon. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*. 2007; 11: 1633-1644.
- Pimentel, M. S.; A. M. Aquino; M. E. F. Correia; J. R. Costa; M. S. F. Ricci & H. De-Polli. Atributos biológicos do solo sob manejo orgânico de cafeeiro, pastagem e floresta em região do Médio Paraíba Fluminense – RJ. *Coffee Science*. 2006; 1:85-93.
- Pinho, L. C. de. Diptera. In: Froehlich, C. G. (Org.). *Identificação de larvas de insetos aquáticos do estado de São Paulo*. 2008. Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline>.
- Raizer, J.; A. D. Brescovit & R. Y. Lemos. Inventário das aranhas do Complexo Aporé-Sucuriú. In: Pagotto, T. C. S.; P.R. de Souza (Orgs.). *Biodiversidade do Complexo Aporé-Sucuriú: subsídios à conservação e ao manejo do cerrado*. v. 1. Campo Grande: Editora UFMS; 2006. p. 67-78.
- Santorufu, L.; C. A. Van Gestel; A. Rocco & G. Maisto. Soil invertebrates as bioindicators of urban soil quality. *Environmental Pollution*. 2012; 161: 57-63.
- Seganfredo, M. A. Aplicação do princípio do balanço de nutrientes, no planejamento do uso de dejetos de animais para adubação orgânica. *Comunicado Técnico*, 291. Brasília: Embrapa; 2001. 5 p. [Acesso em: 11 fev. 2018]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/960959/a-aplicacao-do-principio-do-balanco-de-nutrientes-no-planejamento-do-uso-de-dejetos-de-animais-para-adubacao-organica>.
- Segat, J. C. Avaliação ecotoxicológica do uso de dejetos de suínos em solos de Santa Catarina [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Universidade de São Paulo / Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz; 2012.
- Silva, A. B.; A. C. P. Feraz; B. Q. Gadelha; B. N. Proença & V. M. Aguiar-Coelho. Levantamento da entomofauna capturada em armadilha para dípteros na Reserva Biológica do Tinguá, RJ. *Bioikos*. 2014; 28(1): 1-23.
- Silva, A. J. N. da & M. S. V. Cabeda. Compactação e compressibilidade do solo sob sistemas de manejo e níveis de umidade. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 2006; 30: 921-930.
- Silva, C. L. da & N. S. S. Bassi. Análise dos impactos ambientais no oeste catarinense e das tecnologias desenvolvidas pela Embrapa suínos e aves. *Informe Gepec*. 2012; 16: 128-143.
- Tacca, D.; C. Klein & J. F. Preuss. Artropodofauna do solo em um bosque de eucalipto e um remanescente de mata nativa no sul do Brasil. *Revista Thema*. 2017; 14: 249-261.
- Tedesco, M. J.; C. Gianello; C. A. Bissani; H. Bohnen & S. J. Volkweiss. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 1995. 147 p. [Acesso em: 11 fev. 2018]. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/362494561/Analise-de-solos-plantas-e-outros-materiais-Tedesco-et-al-1995-pdf>.
- Thomson, L. J. & A. A. Hoffmann. Vegetation increases the abundance of natural enemies in vineyards. *Biological Control*. 2009; 49: 259-269.
- Zar, J. *Biostatistical analysis*. 4. ed. New Jersey: Prentice-Hall; 1999. 944 p.