



## OCORRÊNCIA E DENSIDADE DE MACROFAUNA EM SISTEMA ORGÂNICO E CONVENCIONAL NO MUNICÍPIO DE RORAINÓPOLIS - RORAIMA

### OCCURRENCE AND DENSITY OF MACROFAUNA IN AN ORGANIC AND CONVENTIONAL SYSTEM IN THE CITY OF RORAINÓPOLIS - RORAIMA

DOI: <https://doi.org/10.24979/ambiente.v17i1.1355>

Francisco Péricles Galúcio Aires, Universidade Estadual de Roraima/UERR- <https://orcid.org/0000-0002-5363-2058>

Sandra Lima Cruz, Universidade Federal de Roraima/UFRR- <https://orcid.org/0000-0003-2966-4938>

Ricardo Manuel Bardale Lozano, Universidade Federal de Roraima/UFRR - <https://orcid.org/0000-0003-4442-3024>

Plínio Henrique Oliveira Gomide, Universidade Estadual de Roraima/UERR

Charliane Torres dos Santos, Universidade de São Paulo USP/ESALQ

Mariana Ramos de Souza, Universidade Estadual de Roraima/UERR

Luiz Fernandes Silva Dionisio, Universidade Federal de Roraima/UFRR - <https://orcid.org/0000-0002-4324-2742>

**Resumo:** A macrofauna edáfica pode ser utilizada como bioindicadora da qualidade do solo. Nesse sentido, um levantamento foi realizado no município de Rorainópolis, Roraima, com o objetivo de avaliar a influência de diferentes sistemas de cultivo na macrofauna edáfica. Foram selecionados dois sistemas: sistema de produção orgânica e sistema de produção convencional. As amostras de solo foram coletadas no mês de outubro de 2021, em monólitos de 25 × 25 cm e profundidade de 20 cm sendo 06 amostras para cada sistema de cultivo, seguindo o método Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF) bem como o uso de armadilhas tipo Pitfall. A macrofauna edáfica nos diferentes sistemas de uso do solo foi identificada por grupos taxonômicos. Os grupos mais abundantes nos dois sistemas avaliados, foram: *Geophilomorpha* (16 indivíduos), *Haplotaxida* (19 indivíduos), *Araneae* (24 indivíduos), *Juliformia* (43 indivíduos), *Isoptera* (49 indivíduos), *Coleoptera* (137 indivíduos) e *Hymenoptera* (193 indivíduos). A maior ocorrência em termo de frequência, riqueza e diversidade da macrofauna edáfica foram encontrados no sistema orgânico em relação ao sistema convencional. A macrofauna edáfica mostrou-se sensível aos sistemas avaliados servindo como bioindicador da qualidade do solo nestes ambientes.

**Palavras-chave:** Macrofauna, Bioindicador de solo, Qualidade do Solo, Diversidade.

**Abstract:** Edaphic macrofauna can be used as a bioindicator of soil quality. In this sense, a survey was carried out in the city of Rorainópolis, Roraima, with the objective of evaluating the difference in cultivation systems in the soil macrofauna. Two systems were selected: organic production system and conventional production system. The soil samples were collected in October 2021, in 25 × 25 cm monoliths and 20 cm depth, 06 being for each cultivation system, following the Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF) method as well as the use of Pitfall traps. Edaphic macrofauna in different land use systems was identified by taxonomic groups. The most abundant groups in both systems were *Geophilomorpha* (16 required), *Haplotaxide* (19 required), *Araneae* (24 required), *Juliformia* (43 required), *Isoptera* (49 no), *Coleoptera* (137 no) and *Hymenoptera* (193). The greatest occurrence in terms of frequency, richness and diversity of soil macrofauna were found in the organic system in relation to the conventional system. The soil macrofauna proved to be sensitive to the evaluated systems, serving as a bioindicator of soil quality in these environments.

**Keywords:** Macrofauna, Soil bioindicator, Soil Quality, Diversity.

## INTRODUÇÃO

O solo é um componente fundamental do ecossistema, sendo um ambiente vivo, onde sua biodiversidade e atividades biológicas interferem diretamente em sua estrutura e fertilidade (Melo *et al.*, 2019). No setor agrícola, a classificação do solo desempenha uma tarefa significativa, pois auxilia no preparo do solo, na seleção de culturas, na estimativa do nível de umidade e na automação. Convencionalmente, a classificação dos solos é realizada com auxílio de características físicas, químicas e biológicas do solo georreferenciado e mapeado (Pandiri; Murugan; Goel, 2024).

A saúde do solo é definida como a capacidade do solo de manter a produtividade vegetal e animal, manter ou melhorar a qualidade ambiental e apoiar a saúde humana e a habitação dentro dos limites do ecossistema e do uso da terra (Lehmann *et al.*, 2020; Nahon, 2023). Alcançar um ambiente de solo sustentável e manter a saúde do solo está ganhando cada vez mais atenção entre os pesquisadores. Embora a saúde do solo não possa ser medida diretamente, a qualidade do solo é geralmente avaliada indiretamente através de indicadores físicos, químicos e biológicos (Melo *et al.*, 2019; Zheng *et al.*, 2024).

No solo, um dos fatores ligado diretamente a fauna edáfica, são os teores de C e N, supridas por esses organismos no processo de decomposição de matéria orgânica (Silva *et al.*, 2022), classificados segundo Souza e Freitas (2018), como: transformadores de serrapilheira (*Chilopoda*, *Coleoptera* e *Isopoda*) e decompositores (*Actinomycetes*, *Basidiomycota* e *Pseudomonas*).

Sistemas de manejo menos agressivos ao meio ambiente e estudos com foco na estrutura da comunidade de invertebrados no solo que visam identificar as melhores opções de manejo para o correto funcionamento do ecossistema e manutenção da boa qualidade do solo nas práticas agrícolas são necessários (Ribeiro *et al.*, 2018). Informações sobre a biota do solo em diferentes sistemas de cultivo podem subsidiar o planejamento para a melhoria das características edáficas, pois além de avaliar as transformações exercidas pela intervenção antrópica, o estudo da macrofauna edáfica serve como monitoramento das modificações nestes ambientes fornecendo também, informações sobre a

conservação e manutenção do equilíbrio dos agroecossistemas (Souza *et al.*, 2016).

A fauna edáfica, torna-se uma ferramenta útil na determinação da qualidade dos agroecossistemas, por ser sensível diversos fatores como as variações dos diferentes sistemas de uso e manejo do solo, tipo de cobertura vegetal, condições de degradação da área, com a perda da fertilidade do solo, ou ainda, pela capacidade produtiva e regenerativa do solo, desta forma, se faz necessário conhecer a diversidade e a dinâmica das comunidades que compõe essa fauna, uma vez que são ótimos bioindicadores (Baretta *et al.*, 2010; Klenk *et al.*, 2014). A exemplo as áreas antropizadas, as quais apresentam uma dinâmica negativa do ecossistema biológico edáfico, áreas utilizadas para fruticultura apresentam índices ecológicos inferiores aos de floresta, em função das comunidades edáficas serem afetadas nos sistemas convencionais de produção, e conseqüentemente ocorre redução da velocidade de ciclagem dos nutrientes e qualidade do solo (Alves *et al.*, 2020).

O sistema de produção orgânico, preconizam a não utilização de agroquímicos sintéticos, permitindo apenas o uso de métodos naturais, biológicos ou culturais para o controle de pestes e fertilização do solo, resultando em melhor qualidade e maior atividade biológica do solo, em comparação com sistemas de produção convencional (Carpenter-Boggs *et al.*, 2000).

Contudo, estudos que avaliem a qualidade do solo utilizando-se do biomonitoramento da macrofauna em distintos sistemas de cultivo em Roraima são necessários. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo verificar a influência do sistema de cultivo orgânico e convencional, na diversidade e densidade de macrofauna edáfica em Rorainópolis, Roraima.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em duas propriedades sob distintos sistemas de produção, um orgânico e outro convencional. A primeira propriedade de produção orgânica está localizada no Projeto de Assentamento Anauá, vicinal 13, km 08, Sítio 3 irmãos, município de Rorainópolis – RR, sob as coordenadas 00° 44.883'N e 060° 31.853'W, com área total de 60 hectares e área destinada para cultivo com aproximadamente 4 hectares com diversos

cultivos como: laranja (*Citrus sinensis*), limão (*Citrus limon*), banana (*Musa spp*), goiaba (*Psidium guajava*), mamão (*Carica papaya*), açaí (*Euterpe oleracea*), coentro (*Coriandrum sativum*), cebolinha (*Allium fistulosum*), beterraba (*Beta vulgaris*), cenoura (*Daucus carota*), rabanete (*Raphanus sativus*), pepino (*Cucumis sativus*), abobrinha (*Cucurbita pepo*), maxixe (*Cucumis anguria*), vinagreira (*Hibiscus sabdariffa*), jiló (*Solanum gilo*), berinjela (*Solanum melongena*), macaxeira (*Manihot esculenta*), feijão caupi (*Vigna unguiculata*), feijão de vagem (*Phaseolus vulgaris*), couve (*Beta vulgaris*), melão (*Cucumis melo*), melancia (*Citrullus lanatus*) entre outros (Figura 1: A, B e C). Em toda área de cultivo somente as olerícolas sob estufa encontravam-se sem uso de cobertura no solo.

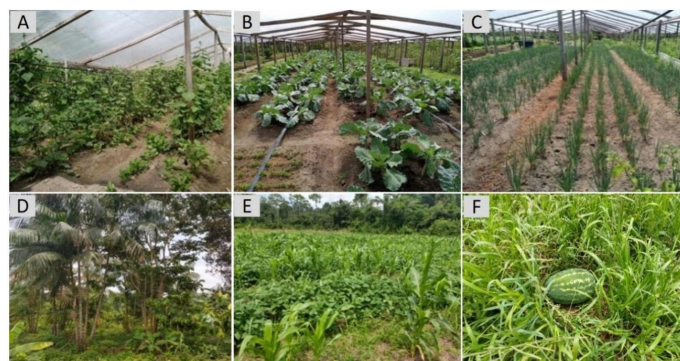
As atividades nessa propriedade iniciaram em 2002 com a abertura da vegetação nativa e, a partir de 2004 até 2011 todo manejo foi dado de forma convencional fazendo uso de fertilizantes químicos como NPK e agrotóxicos como Decis, Glifosato e outros. A partir de 2011 iniciou-se o período de transição para produção orgânica com uso de práticas agroecológicas que durou até 2018, então em 2019 a propriedade foi certificada como de produção orgânica e atualmente distribui seus produtos nos supermercados e feira municipal além de vendas delivery na cidade de Rorainópolis-RR. Todo trabalho do processo produtivo é realizado por mão-de-obra familiar.

Os equipamentos e insumos utilizados para manutenção das plantas durante todo ciclo produtivo são: tratorito e enxada, adubos orgânicos de bovino, aves, compostagem, sulfato de cobre, pó de rocha, casca de arroz carbonizada, para correção do solo uso de calcário e óleo de Neem como inseticida. Essa propriedade faz parte do Grupo Sul Orgânico (Associação dos Agricultores e Agricultoras Familiares de Produção Orgânica de Rorainópolis-RR).

A segunda propriedade sob sistema de produção convencional está localizada no Projeto de Assentamento Anauá, vicinal 13, km 05, Sítio Arco-íris, no município de Rorainópolis-RR, sob as coordenadas 00°44.900'N 060°29.304'W, com área total de 60 hectares sendo 4 hectares utilizados como área de cultivo onde se destacam a produção de melancia (*Citrullus lanatus*), feijão (*Phaseolus*

vulgaris), milho (*Zea mays*), laranja (*Citrus sinensis*), banana (*Musa spp*), mandioca (*Manihot esculenta*), açaí (*Euterpe oleracea*), cupuaçú (*Theobroma grandiflorum*) como fonte de renda, e também hortaliças para consumo da família (Figura 1: D, E e F).

Figura 1 - Sistema de produção orgânica; pepino (A), couve (B), cebolinha (C). Sistema de produção convencional; açaí e cupuaçú (D), milho e feijão (E), melancia no final do ciclo produtivo (F).



Fonte: Fotos de Charliane Torres Dos Santos: (A), (B) e (C) em 08/10/2021; (D), (E) e (F) em 10/10/2021.

O cultivo nesta propriedade iniciaram em 2003 sob sistema convencional e em 2016 foi iniciado o período de transição para sistema de produção orgânica onde em 2019 a propriedade recebeu certificação de produção orgânica e permaneceu na Associação dos Agricultores e Agricultoras Familiares de Produção Orgânica – Sul Orgânico até 2020 a partir desse momento voltou para sistema de manejo convencional tendo como insumos para manejo do solo e manutenção das plantas ao longo do ciclo produtivo como equipamento principal o trator para aração e gradagem, adubação com NPK e como correção do solo, faz uso de calcário. Na área produtiva já foi utilizado fogo, mas atualmente já não é uma prática utilizada.

As duas propriedades são de agricultores familiares e têm como vegetação de origem floresta primária. As mesmas mantêm intacta toda parte de reserva florestal determinada na legislação ambiental. Ambas as propriedades possuem sistemas de irrigação.

Conforme classificação de Köppen o clima predominante no município de Rorainópolis-RR é do tipo Af, Equatorial úmido, com duas estações climáticas bem definidas uma chuvosa que compreende os meses de abril a setembro e a estação seca nos meses de outubro a março. A temperatura

média anual é de 26° C, precipitação de 2200 mm (Alvares *et al.*, 2013).

No mês de outubro período de coleta de dados a temperatura mínima foi de 23,74 °C e máxima de 35,88 °C, com média de 29,76 °C e precipitação de 25,40 mm. (Agritempo, 2021). No dia 07 de outubro de 2021, no horário entre as 10h e 11h, foi realizada a coleta dos macrorganismos através do método Tropical Soil Biology and Fertility – TSBF (Anderson; Ingran, 1993) na propriedade de produção orgânica e procedeu-se também a instalação de armadilhas de interceptação e queda (Pitfall) (Figura 2).

Figura 2 - Coleta de amostras de solo método TSBF (A e B) Armadilhas Pitfall (C).



Fonte: Fotos de Charliane Torres Dos Santos em 08/10/2021.

Foram coletados aleatoriamente seis amostras de solo em cada área utilizando-se enxada e pá. Foi contabilizado os organismos presentes na camada de serrapilheirada da área amostrada. A amostragem foi realizada por meio de monólitos de solo, com dimensão de 25 cm x 25 cm, na camada de 0-20 cm. A identificação manual dos espécimes ocorreu no mesmo dia da coleta das amostras de solo evitando a morte prematura e facilitando a visualização. Ao final de dois dias foram identificados e quantificados os animais presentes nas armadilhas Pitfall.

Antes da retirada do monólito de solo, a serrapilheira foi amostrada na mesma área. Os monólitos foram destorroados no interior de bandejas plásticas e com o auxílio de pinças, procedeu-se a catação manual dos organismos, que foram colocados em bandejas plásticas. Após a triagem, identificaram-se os macroinvertebrados, ao nível de grandes grupos taxonômicos (Storer *et al.*, 2000), sendo os mesmos separados e contados para determinação da densidade. As armadilhas de interceptação e queda (Pitfall) foram instaladas durante dois dias no campo com 200 ml de água e aproximadamente 4 gotas de detergente para quebra de tensão superficial da água e facilitar a captura dos animais, em ambos os métodos de coleta a distância entre cada amostra

variou entre 5 e 8 metros. O mesmo procedimento foi utilizado para propriedade de sistema de manejo convencional, porém as coletas das amostras de solo, contabilização manual dos animais e instalação das armadilhas de interceptação e queda (Pitfall) foram realizadas no dia 10 de outubro de 2021, somente ao final de 2 dias foram contabilizados os animais presentes nas armadilhas. Dos 4 hectares utilizados para o cultivo em cada sistema foram amostrados apenas em uma área de aproximadamente 1 hectare.

Na avaliação do comportamento ecológico da macrofauna, foi mensurado o número total de indivíduos (abundância), classificada em grande grupo taxonômico (ordem) e feitas comparações das comunidades nas áreas estudadas utilizando o índice de diversidade de Shannon-Winner e o índice de Equitabilidade de Pielou (J).

Com o objetivo de verificar a representatividade das espécies nas comunidades dos sistemas de produção orgânico e convencional, foram utilizados os índices de Shannon-Winner e de Equitabilidade de Pielou, graficamente representados por meio de um Whittaker plot (com a ordem decrescente de abundância das espécies de ambas as comunidades). As Análises de Componentes Principais (ACP ou PCA) foram realizadas utilizando a abundância dos grupos da macrofauna, abundância total e riqueza média, em relação aos sistemas de cultivo de coleta da amostragem, e também em relação aos tipos de coleta da amostragem, utilizando o programa InfoStat®.

Para caracterização química do solo as 20 amostras simples de cada parcela foram colocadas, misturadas e retirada uma amostra composta com aproximadamente 500 g de solo e acondicionada em saco de polietileno após processo de secagem natural e devidamente etiquetado (EMBRAPA) em seguida enviadas ao Laboratório da Embrapa Roraima. As características químicas do solo referente aos dois sistemas de cultivo, orgânico e convencional estão apresentadas na tabela 1. Quanto às propriedades físicas do solo, as duas áreas amostradas apresentam textura arenosa (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização química do solo da área de Sistema orgânico e convencional em Rorainópolis – Roraima, 2021.

DETERMINAÇÃO	UNIDADE	TEOR	
		Sistema Orgânico	Sistema Convencional
pH	-	6,10	5,70
Potássio	mg/dm <sup>3</sup>	0,59	0,10
Cálcio	cmolc/dm <sup>3</sup>	2,75	2,00
Magnésio	cmolc/dm <sup>3</sup>	1,01	0,49
H + Al	cmolc/dm <sup>3</sup>	31,1	3,88
Alumínio	cmolc/dm <sup>3</sup>	0,02	0,02
Fósforo	mg/dm <sup>3</sup>	31,13	2,07
Soma de bases	cmolc/dm <sup>3</sup>	4,35	2,59
CTC	cmolc/dm <sup>3</sup>	35,5	6,47
Saturação de base (V)	%	12	40
Saturação por Al (m)	%	0	1
Matéria Orgânica	g/kg <sup>1</sup>	25,5	20,7
Areia total	g/kg <sup>1</sup>	667,1	726,8
Silte	g/kg <sup>1</sup>	75,2	50,9
Argila	g/kg <sup>1</sup>	257,7	222,2

Análise realizada pelo laboratório Embrapa Roraima.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento da macrofauna edáfica, nos dois sistemas orgânico e convencional totalizaram 517 indivíduos, sendo representados por 11 (onze) grupos taxonômicos. Aqueles encontrados em maior quantidade foram da ordem *Hymenoptera* (formigas) e da ordem *Coleoptera* (besouros), seguido da ordem *Isoptera* (Cupim), *Juliformia* (embuás), *Araneae* (Aranhas), *Haplotaxida* (minhocas), *Geophilomorpha* (Lacraia) sendo a ordem *Hymenoptera* a mais frequente nas áreas analisadas (Tabela 2). Em relação à composição taxonômica da comunidade de macrofauna invertebrada do solo, observou-se uma correspondência no número de indivíduos nos dois sistemas de cultivo analisados, porém com abundâncias distintas, entretanto o sistema orgânico de produção apresentou maior abundância e riqueza de indivíduos capturados (Tabela 2).

Os indivíduos da ordem *Hymenoptera* foram presentes nos dois ambientes sendo 83 indivíduos encontrados em sistema orgânico e 110 indivíduos em sistema convencional representados por formigas pretas e vermelhas (Tabela 2). As formigas são biodindicadoras de qualidade do solo e podem realizar seus ninhos no solo auxiliando no processo de incorporação de material orgânico no subsolo. A presença desses organismos em ambos os sistemas de cultivo pode ter sido favorecida pelo ambiente rico em nitrogênio advindo da adubação orgânica e mineral no sistema orgânico e convencional, respectivamente (Laossi *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2008).

Os Coleópteros foram abundantes no sistema orgânico com total de 132 indivíduos e apenas 5 indivíduos no sistema convencional. O grupo *Juliformia* (embuás) apresentou maior abundância no sistema orgânico com presença de 35 embuás entre

pretos, vermelhos e marrons enquanto no sistema convencional contabilizou-se apenas 8 embuás preto. As aranhas tiveram abundância de 14 indivíduos no sistema orgânico e 10 no sistema convencional. Segundo Rubim *et al.* (2021), esses grupos são bastante encontrado em áreas com vegetação natural ou resquícios de vegetação, assim suas dietas é a base de animais em decomposição e se alimentam de seiva vegetal.

As minhocas foram mais frequentes com 15 indivíduos no sistema orgânico e apenas 6 indivíduos no sistema convencional. As *Geophilomorpha* (lacraias) 12 indivíduos no sistema orgânico e 4 indivíduos no sistema convencional. Na ordem *Isopoda* 9 indivíduos em sistema convencional e 3 em sistema orgânico, e ordem Orthoptera presença de 3 grilos e 3 paquinhos em sistema orgânico e 6 grilos em sistema convencional. Foram encontradas 6 *Diptera* (moscas) apenas na área de sistema convencional (Tabela 2 e Figura 3).

A presença expressiva de embuás, minhocas e coleópteros no sistema orgânico se dá em função da quantidade de material orgânico adicionado ao sistema, uma vez que são incorporados ao solo esterco de bovinos e de aves bem como o composto produzido na própria propriedade. Esses invertebrados preferem locais mais úmidos e ricos em materiais orgânicos, apresentam hábito alimentar detritívoro, com adaptações para escavar o solo, contribuindo de maneira direta na decomposição e incorporação de resíduos ao solo contribuindo diretamente para melhoria dos teores de matéria orgânica no solo o que conseqüentemente na estruturação do solo (Alessandro e Nyman, 2017; Coelho *et al.*, 2017).

Materiais orgânicos lábeis, de fácil mineralização, com altos conteúdos de N e açúcares são mais palatáveis (p. ex. leguminosas) e aceitos por este grupo do que materiais recalcitrantes, com elevada relação C/N, pobres em nutrientes e ricos em grupamentos fenólicos (p. ex. pó de serragem) (Moreira e Siqueira, 2006). A adubação orgânica promove a proliferação do grupo de minhocas no solo, assim como os grupos de embuás (diplopodas) e lesmas (gastropodas), pelo fato de serem saprófitas.

Diferentemente, no sistema convencional houve um número expressivo de cupins quando comparado com o sistema orgânico, demonstrando

ser um sistema com materiais com elevada relação C/N, materiais de difícil quebra/decomposição, como lignina e hemicelulose, substâncias utilizadas no metabolismo desta espécie. Lourente *et al.* (2007) observaram em seus estudos que os cupins demonstram boa adaptação a solos com alta saturação em alumínio, bem como em áreas degradadas de pecuária intensiva.

Os resultados da análise de solo evidenciaram teores baixo para cálcio, magnésio e potássio e valor de pH 5,7, considerado bom no sistema de cultivo convencional enquanto o sistema orgânico apresentou teores médios para cálcio, magnésio e potássio e pH 6,10 considerado alto. Além destas variáveis, o sistema orgânico apresentou valores superiores de matéria orgânica do solo com 25,5 g.kg<sup>-1</sup> em comparação ao convencional que obteve resultado de 20,7 g.kg<sup>-1</sup> (Tabela 1). Esses teores para ambos os sistemas propiciaram solos com textura média o que confere características de solos com boa drenagem e boa porosidade, influenciando na porosidade assim como a locomoção de macroorganismos como insetos e minhocas.

Tabela 2 - Distribuição do número de indivíduos de acordo com o grupo taxonômico, Índice de Shannon (H') e Índice de uniformidade de Pielou (J) em área de sistema de cultivo orgânico e convencional no município de Rorainópolis - RR, em outubro de 2021.

Classe	Grupo Taxonômico		Cultivo Orgânico		Cultivo Convencional	
	Ordem	Morfotipos	TSBF	Pitfall	TSBF	Pitfall
Gastropoda	Pumonata	lesma	-	3	2	-
Insecta	Hemynopetera sp <sup>1</sup>	formiga preta	32	-	40	32
Insecta	Hemynopetera sp <sup>2</sup>	formiga de fogo	51	-	38	-
Diplopoda	Juliformia sp <sup>1</sup>	Embua preto	21	-	8	-
Diplopoda	Juliformia sp <sup>2</sup>	Embua Vermelho	13	-	-	-
Chelicerata	Juliformia sp <sup>3</sup>	Embua marrom	1	-	-	-
Chitellata	Araneae	Aranha	8	6	8	2
Clitellata	Haplotaxida	Minhoca	15	-	4	-
Chilopoda	Geofilomorpha	Lacraia	12	-	4	-
Insecta	Isoptera	Cupim	6	-	43	-
Insecta	Isopoda	Tatuzinho	9	-	3	-
Insecta	Orthopera <sup>1</sup>	Grilo	2	1	3	4
Insecta	Orthopera <sup>2</sup>	Paquinha	-	3	-	-
Insecta	Coleoptera	Besouro	2	130	-	5
Insecta	Diptera	moscas	-	-	-	6
Total TSBF + Pitfall			315		202	
Índice de Shannon (H')			2,28		2,17	
Índice equidade Pielou (J)			0,32		0,32	

No momento da coleta de dados, no sistema de cultivo orgânico o solo estava sendo manejado para plantio, o que pode ter influenciado na presença ou ausência dos macrororganismos e já no sistema de cultivo convencional a área com cultivo de olerícolas apresentava culturas que estavam no final do período produtivo com frutos em processo de decomposição e pode ter sido influenciado para o aparecimento de moscas capturadas nas armadilhas de intercepção e queda (Pitfall). Geralmente as espécies da ordem *Diptera* são normalmente prejudiciais a produção agrícola, com exceção da espécie sirfídeos que são

predadores de ninfas de pulgões.

Figura 3 - Macrofauna encontrada nos sistemas de cultivo, orgânico e convencional em Rorainópolis- Roraima: Emboá marrom (A), Emboá preto(B), Emboá vermelho (C), Minhoca(D), Aranha (E), Besouro preto (F), Lacraia (G), (H), Besouro(I), Lesma (I). Método de coleta e triagem manual: Tropical Soil Biology And Fertility (TSBF) e Armadilha Pitfall.



Fonte: Fotos de Charliane Torres Dos Santos em 08/10/2021.

Entre os diversos métodos de coleta de macrofauna do solo o uso de armadilha de interceptação e queda (Pitfall) nesse estudo foi importante para uma amostragem mais significativa tendo em vista que o método TSBF tem limitações uma vez que alguns indivíduos fogem durante a escavação possibilitando assim, com o uso da Pitfall, não subestimar os organismos ali presentes. Importante destacar que as armadilhas tipo Pitfall capturam somente a macrofauna presente na liteira.

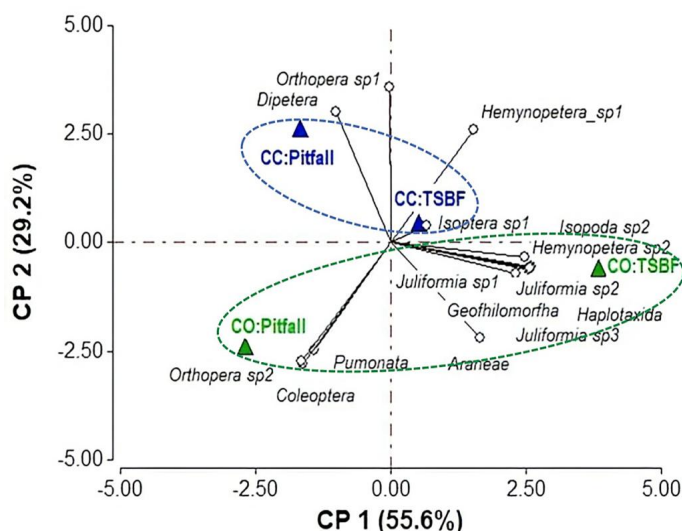
A macrofauna edáfica é muito sensível ao manejo atribuído ao solo, podendo ser modificada sua densidade e riqueza principalmente pela perturbação do ambiente físico e pela modificação da qualidade e quantidade da matéria orgânica (Lavelle *et al.*, 1993; Tian *et al.*, 1993). Desse modo, práticas agrícolas que provocam impacto e resultam em redução na densidade e riqueza dos organismos do solo devem ser evitados (Silva *et al.*, 2006). O uso de sistemas alternativos de cultivo mais conservacionistas, tais quais, o sistema de plantio direto, cultivo em aléia, integração lavoura pecuária floresta, cultivo mínimo, sistemas agroflorestais e sistemas de produção orgânico, que preservem a estrutura do solo e incorpore matéria orgânica no solo devem ser estimulados.

Em estudo realizado por Marques *et al.* (2014) avaliando a macrofauna e diferentes coberturas vegetais, observaram uma rica abundância em ambiente de mata ciliar, sendo a ordem *Oligochaeta* o grupo taxonômico de maior frequência no solo

desse ecossistema, evidenciando essa área como a de melhor equilíbrio ecológico em relação às monoculturas do café e do eucalipto.

Dos 11 grupos taxonômicos identificados em cada sistema, a abundância foi maior no sistema de cultivo orgânico. Como o sistema convencional faz uso de tratores para aração e gradagem isso pode ser um fator que afeta a presença de minhocas. A adubação química não é feita com um suporte técnico o que pode afetar a comunidade. Quanto a densidade de macrofauna o manejo e adubação além do clima e temperatura e umidade pode ter influenciado uma vez que a macrofauna edáfica é muito sensível as alterações que ocorrem no ambiente sejam as ações antrópicas ou naturais.

Figura 4 - Análise de Componentes Principais (ACP ou PCA) da abundância de cada grupo da macrofauna do solo, abundância total e riqueza média nos dois diferentes agroecossistemas, área de Cultivo Orgânico (CO) e Cultivo Convencional (CC) e dois métodos de coleta (Pitfall e TSBF) no município de Rorainópolis – Roraima.



A Análise dos Componentes Principais (ACP ou PCA) considerando os dados de abundância de cada grupo da macrofauna edáfica encontrado, a abundância total e a riqueza média em relação aos tipos de cultivo representaram 84,8% da variabilidade total dos dados, sendo que o eixo 1 representa 55,6% e a variável abundância total contribui para este eixo, enquanto o eixo 2 representa 29,2 %, onde 14% é composto pelos grupos *Himenoptera* sp<sup>1</sup>, *Orthoptera* e *Diplopoda* (Figura 4).

A amostragem CC: Pitfall está associada com os grupos menos abundantes da macrofauna do solo (*Dipetera* e *Orthoptera* sp<sup>1</sup>) e a abundância total, já a CC: TSBF está associada com *Hemynopetera* sp<sup>1</sup> e *Isoptera* sp<sup>1</sup>. As amostragens na área de Cultivo

Orgânico (CO) possuem as mais altas abundâncias, onde as coletas CO: Pitfall se associam com *Orthoptera*<sup>2</sup>, *Coleoptera* e *Pumonata*, e a mais abundante a CO:TSBF, relacionadas com os grupos de *Isopoda*, *Hemynopetera* sp<sup>2</sup>, *Juliformia* sp<sup>1</sup>, *Juliformia* sp<sup>2</sup>, *Juliformia* sp<sup>3</sup>, *Geophilomorpha*, *Haplotaixida* e *Araneae* (Figura 4).

A distribuição de abundâncias das espécies nos sistemas de cultivo orgânico e convencional mostrou que poucas espécies foram muito abundantes (*Himenoptera* sp<sup>1</sup> e *Coleoptera*), algumas com abundâncias intermediárias (*Isoptera*, *Juliformia* sp<sup>1</sup> e *Himenoptera* sp<sup>2</sup>) e a maioria com baixa abundância (*Araneae*, *Haplotaixida*, *Geophilomorfa*, *Juliformia* sp<sup>2</sup>, *Isopoda*, *Orthoptera* sp<sup>1</sup>, *Pulmonata*, *Orthoptera* sp<sup>2</sup>), (Figura 5), sendo que 80% das espécies apresentaram abundância inferior a 100 indivíduos e 20% das espécies foram representadas por 2 indivíduos com abundância superior. Por outro lado, a espécie mais abundante, coleóptero representou 10% da amostra (132 indivíduos) no sistema orgânico (Figura 5).

Em estudo realizado por Lima *et al.* (2007), no semiárido cearense, avaliando indicadores da qualidade do solo em sistemas de cultivo orgânico e convencional, verificaram, diferentemente do resultado encontrado neste estudo, maior densidade populacional de *Himenoptera* em cultivo orgânico, enquanto o cultivo convencional apresentou maior densidade da ordem *Coleoptera*.

De acordo com Gallo *et al.* (1988), com exceção das saúvas que causam prejuízos, as formigas perturbam pouco os sistemas de produção. Já os besouros, é importante monitorá-los, pois alguns são considerados insetos-pragas. Mas, como toda regra tem sua exceção, na ordem dos coleópteros existem espécies de besouros que são vitais para a fragmentação inicial dos materiais orgânicos no solo para posterior decomposição pelos heterotróficos (fungos e bactérias).

Em estudo realizado por Silva *et al.* (2006), verificou-se que a diversidade da macrofauna edáfica é maior quando a cobertura vegetal é mais diversa, assim este estudo corrobora com essa afirmativa e também com estudos realizados por Portilho *et al.* (2008) onde o mesmo avaliou macrofauna em diferentes sistemas de manejo orgânico de produção de café concluindo que a diversidade onde há

diversificação de espécies vegetais é maior comparada ao sistema de produção convencional.

Em estudo realizado por Alves *et al.* (2008), avaliando o efeito da adição de doses crescentes de dejetos de suínos, adubação organomineral e adubação mineral sobre a abundância e diversidade da macrofauna edáfica, observaram que macrofauna edáfica foi influenciada pela adição consorciada das diferentes formas de adubação.

A presença de algumas ordens em apenas um dos ambientes e ou sua ausência em outro, bem como a maior abundância de indivíduos em algumas ordens implicaram diretamente nos índices biológicos (Tabela 2).

O índice de Shannon ( $H'$ ) foi utilizado para avaliar a diversidade biológica, que trata do domínio dos grupos faunísticos dos ambientes avaliados, onde os valores podem oscilar entre 0 e 5. Analisando os valores do índice de diversidade de Shannon-Winner na Tabela 2, verificou-se certa similaridade dos valores, 2,28 e 2,17 no sistema orgânico e convencional, respectivamente, porém, é notório observar que houve uma maior riqueza (14 grupos) e abundância (315) no sistema orgânico comparado ao sistema convencional com riqueza de (12 grupos) e abundância de (202). Tal similaridade pode ser explicada pelo fato da área tomada como sistema convencional anteriormente era sistema orgânico, dessa forma, os efeitos das práticas orgânicas utilizadas podem ter influenciado nessa diferença de diversidade de organismos e também pelo fato do produtor continuar com o uso de algumas práticas conservacionistas, como o não uso fogo, uso de consórcio de culturas e rotação de culturas.

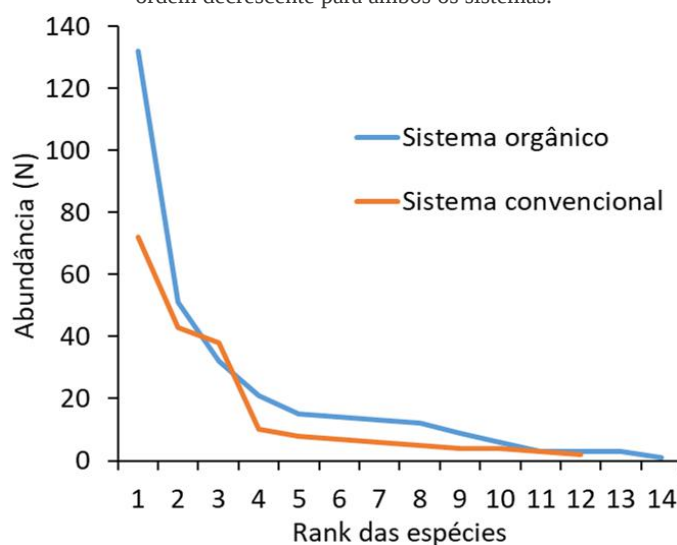
Nossos resultados aproximam dos que foram observados por Santiago *et al.* (2013), que analisaram o comportamento dos índices de diversidade e uniformidade da macrofauna edáfica em sistemas de produção agroecológica e convencional e observaram que o manejo agroecológico do solo proporcionou um ambiente mais equilibrado em relação à área com manejo convencional. No sistema manejado agroecologicamente houve aumento na riqueza e densidade de espécies da macrofauna edáfica, uma vez que os maiores valores dessas variáveis foram observados nessa área.

O Índice de Uniformidade (Índice de Pielou)

apresentou valores iguais para ambos os sistemas de cultivo, 0,32, que pode evidenciar o equilíbrio de grupos entre os sistemas estudados.

Com o objetivo de verificar a representatividade das espécies nas comunidades dos sistemas de produção orgânico e convencional, foram utilizados os índices de Shannon-Winner e de Equitabilidade de Pielou, graficamente representados por meio de um Whittaker plot (com a ordem decrescente de abundância das espécies de ambas as comunidades (Figura 5).

Figura 5 - Rank decrescente de abundância das espécies registradas nos sistemas de cultivo orgânico e convencional em Rorainópolis – Roraima. As espécies de 1 a 14 representadas no gráfico correspondem as ordens que estão representadas na Tabela 2 em ordem decrescente para ambos os sistemas.



Fonte: Os autores em 10/01/2024.

Na figura 5 é possível verificar a ocorrência de grupos que sobressaíram em detrimento de outros grupos nos distintos sistemas de cultivo neste estudo. Tal comportamento pode ser explicado pela própria característica do sistema de cultivo, como a cobertura do solo e as demais práticas utilizadas no manejo. O desequilíbrio na distribuição dos organismos em ordens, com quantidade excessiva de um determinado grupo funcional pode ser indicativo da ocorrência de pragas. Tal fato pode ser observado no sistema orgânico com abundância de um coleóptero que foram capturados na armadilha de interceptação e queda (Pitfall) com 132 coleópteros da mesma espécie, indicativo de ser um inseto praga naquele sistema em função da abundância de alimento.

Os sistemas de cultivo, com diferentes plantas de cobertura, oferecem através de seu metabolismo fotossintético, distintos exsudatos que são liberados



pelas raízes das plantas no solo, propiciando a existência de nichos específicos e redução da competição (Ribas *et al.*, 2003; Vargas *et al.*, 2007), possibilitando uma maior diversidade destes organismos o que irá conferir maior resiliência e redundância funcional no solo (Moreira e Siqueira, 2006).

## CONCLUSÃO

A macrofauna edáfica mostrou-se sensível aos sistemas avaliados servindo como bioindicador da qualidade do solo nestes ambientes. O sistema de produção orgânica com uso de práticas agroecológicas teve influência na macrofauna apresentando maior diversidade e riqueza, em relação ao sistema convencional.

## REFERÊNCIAS

AGRITEMPO. Sistema de monitoramento agrometeorológico. Disponível em: <https://www.agritempo.gov.br/agritempo/jsp/PesquisaClima/index.jsp?siglaUF=RR>. Acessado: 20 out. 2021.

ALESSANDRO, Ossola.; NYMAN, Petter. Aridity indices predict organic matter decomposition and comminution processes at landscape scale. *Ecological Indicators*, v. 78, p. 531-540, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X1730167X>. Acessado: 10 jan. 2024.

ALVARES, Clayton Alcarde; STAPE, José Luiz; SENTELHAS, Paulo Cesar; DE MORAES GONÇALVES, José Leonardo; SPAROVEK, Gerd. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, pág. 711-728, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. Acessado: 15 out. 2021.

ALVES, Mauricio Vicente; NAIBO, Gabriela Gabriela; SBRUZZI, Everson Kuhn; MACHADO, Julia da Silva; NESI, Cristiano Nunes. Fauna edáfica em diferentes usos do solo. *Acta Biológica Catarinense*, v. 7, n. 1, p. 37-45, 2020. Disponível em: <http://periodicos.univille.br/index.php/ABC/article/view/159>. Acessado: 20 out. 2021.

ALVES, Maurício Vicente; SANTOS, Júlio Cesar P.; GOIS, Deisi Tatiani de; ALBERTON, Janaina Veronezi; BARETTA, Dilmar. Macrofauna do solo

influenciada pelo uso de fertilizantes químicos e dejetos de suínos no Oeste do Estado de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. v. 32, p. 589-598, 2008. Disponível em: [https://www.redalyc.org/pdf/1802/Resumenes/Abstract\\_180214228014\\_2.pdf](https://www.redalyc.org/pdf/1802/Resumenes/Abstract_180214228014_2.pdf). Acessado: 10 jan. 2024.

ANDERSON, J.M.; INGRAM, J.S.I. *Tropical Soil Biological and Fertility (TSBF). A Handbook of Methods*. 2ª ed, p. 44-46. 1993. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/232141777\\_Tropical\\_Soil\\_Biology\\_and\\_Fertility\\_A\\_Handbook\\_of\\_Methods](https://www.researchgate.net/publication/232141777_Tropical_Soil_Biology_and_Fertility_A_Handbook_of_Methods). Acessado: 10 jan. 2024.

BARETTA, Dilmar; BROWN, George Gardner; CARDOSO, Elke Jurandy Bran Nogueira. Potencial da macrofauna e variáveis edáficas como indicadores da qualidade do solo em áreas com Araucaria. *Acta Zoológica Mexicana*. n. especial 2. 35-50 p. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v26nspe2/v26nspe2a10.pdf>. Acessado: 10 jan. 2024.

CARPENTER-BOGGS, Lynne; KENNEDY, Ann C.; REGANOLD, John P. Organic and biodynamic management effects on soil biology. *Soil Science Society of America Journal*, v. 64, n. 5, p. 1651-1659, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.2136/sssaj2000.6451651x>. Acessado: 10 jan. 2024.

COELHO, Maria Paula Mancini; MOREIRA-DE-SOUSA, Cristina; DE SOUZA, Raphael Bastão; ANSOAR-RODRÍGUEZ, Yadira; SILVA-ZACARIN, Elaine Cristina Mathias; FONTANETTI, Carmem Silvia. Toxicity evaluation of vinasse and biosolid samples in diplopod midgut: heat shock protein in situ localization. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 24, n. 27, p. 22007-2017, 2017. Disponível em: <https://hdl.handle.net/11449/179082>. Acessado: 16 nov. 2021.

EMBRAPA. Análise de solo: Procedimentos para coleta de amostras. Embrapa Clima Temperado. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1354346/17477991/Amostragem+solo/9d72a599-d653-4a4a-9d40-d17657f1f8f0>. Acessado: 16 nov. 2021

GALLO, Domingos; NAKANO, Octavio; SILVEIRA NETO, Sinval; CARVALHO, Ricardo Pereira Lima; BAPTISTA, Gilberto Casadei de; BERTI FILHO, Evôneo; PARRA, José Roberto

- Postali; ZUCCHI, Roberto Antonio; ALVES, Sérgio Batista; VENDRAMIM, José Djair. Manual de Entomologia Agrícola. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 649p. 1988.
- KLENK, Leila Aubrif; ZAEDANEACK, Maria Aparecida Cassilha; MOTTA, Antonio Carlos Vargas; CONSALTER, Rangel; RICHETER, Ana Simone; BORGES, Eder.. Macrofauna invertebrada edáfica em pastagem sul brasileira sob diferentes preparos orgânicos. *Comunicata Scientiae*. v.5, n.3, p.339-348, 2014. Disponível em: <https://www.comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/385>. Acessado: 10 jan. 2024.
- LAOSSI, Kam-Rigne; BAROT, Sébastien; CARVALHO, Deurival; DESJARDINS, Thierry; LAVELLE, Patrick; MARTINS, Marlucia; MITJA, Danielle; RENDEIRO, Ana Carolina; ROUSSEAU, Guillaume; SARRAZIN, Max; VELASQUEZ, Elena; GRIMALDI, Michel. Effects of plant diversity on plant biomass production and soil macrofauna in Amazonian pastures. *Pedobiologia*, v.51, p. 397-407, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2007.11.001>. Acessado: 10 jan. 2024.
- LAVELLE, Patrick; BLANCHART, Eric; MARTIN, Alexander T.; MARTIN, Serge; SPAIN, A. V.; TOUTAIN, François; BAROIS, I.; SCHAEFER, R.. A Hierarchical Model for Decomposition in Terrestrial Ecosystems: Application to Soils of the Humid Tropics. *Biotropica*, p. 130-150, 1993. Disponível em: <https://www.doi.org/10.2307/2389178>. Acessado: 10 jan. 2024.
- LEHMANN, Johannes; BOSSIO, Deborah A.; KÖGEL-KNABNER, Ingrid; RILLIG, Matthias C.. The concept and future prospects of soil health. *Nature Reviews Earth & Environment*. v. 1, 544–553, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0080-8>. Acessado: 12 jan. 2024.
- LIMA, Herdjanía Veras de; OLIVEIRA, Teógenes Senna de; OLIVEIRA, Maria Matutina de; MENDONÇA, Eduardo de Sá; LIMA, Pedro Jorge Bezerra Ferreira. Indicadores de qualidade do solo em sistemas de cultivo orgânico e convencional no semi-árido cearense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, p. 1085-1098, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000500024>. Acessado: 10 jan. 2024.
- LOURENTE, Elaine Reis Pinheiro; SILVA, Rogério Ferreira da; SILVA, Denis Augusto da; MARCHETTI, Marlene Estevão; MERCANTE, Fábio Martins. Macrofauna edáfica e sua interação com atributos químicos e físicos do solo sob diferentes sistemas de manejo. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 29, n. 1, p. 17-22, 2007. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/download/60/23/>. Acessado: 10 jan. 2024.
- MARQUES, Daniela Maria; SILVA, Adriano Bortolotti da; SILVA, Luciana Marques da; MOREIRA, Edimar Agnaldo; PINTO, Gabriel Silva. Macrofauna edáfica em diferentes coberturas vegetais. *Bioscience Journal*, v. 30, p. 1588-1597, 2014. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/22926>. Acessado: 10 jan. 2024.
- MELO, David Marx Antunes de; REIS, Eduarda Fernandes dos; COARACY, Thiago do Nascimento; SILVA, Wedson Aleff Oliveira da; ARAÚJO, Alexandre Eduardo. Cromatografia de pfeiffer como indicadora agroecológica da qualidade do solo em agroecossistemas. *Revista Craibeiras de Agroecologia*, v. 4, n. 1, p. e7653, 2019. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/era/article/view/7653>. Acessado: 10 jan. 2024.
- MOREIRA, Fátima M. S.; SIQUEIRA, José Oswaldo. *Microbiologia e bioquímica do solo*. Editora UFLA. 2ª Ed. atual e ampliada. Lavras. 729p, 2006. Disponível em: [http://www.esalq.usp.br/departamentos/lso/arquivos\\_aula/LSO\\_400%20Livro%20-%20Microbiologia%20e%20bioquimica%20do%20solo.pdf](http://www.esalq.usp.br/departamentos/lso/arquivos_aula/LSO_400%20Livro%20-%20Microbiologia%20e%20bioquimica%20do%20solo.pdf). Acessado: 10 jan. 2024.
- NAHON, S.M.R. Ferramentas Moleculares para Avaliação da Saúde do Solo em Sistemas Agroflorestais da Reserva Natural Vale. Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (PPGBAA), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2023. Disponível em: <http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1944/1/Ferramentas%20moleculares%20para%20avalia%C3%A7%C3%A3o%20da%20sa%C3%BAde%20do%20solo%20em%20sistemas%20agroflorestais%20da%20reserva%20natural%20Vale.pdf>. Acessado: 10

jan. 2023.

PANDIRI, D. N. Kiran; MURUGAN, R.; GOEL, Tripti. Smart soil image classification system using lightweight convolutional neural network. *Expert Systems With Applications*, v. 238, 2024, 122185. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.122185>. Acessado: 12 jan. 2024.

PORTILHO, Irzo Isaac; SILVA, Rogério Ferreira; MERCANTE, Fábio Martins. Macrofauna epigéica em diferentes sistemas de manejo de café orgânico em Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 3, n. 2, 2008. Disponível em: <https://revista.aba-agroecologia.org.br/rbagroecologia/article/view/7607>. Acessado: 10 jan. 2024.

RIBAS, Carla R.; SCHOEREDER, José H.; PIC, Mireille; SOARES, Sandra M. Tree heterogeneity, resource availability, and large scale processes regulating arboreal ant species richness. *Austral Ecology*, v. 28, n. 3, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1442-9993.2003.01290.x>. Acessado: 10 jan. 2024.

RIBEIRO, Tatiane Patrícia Silvério; MAGALHÃES, Ariane Silva; SANTOS, Cleudimar Brito dos; ALENCAR, Ana Cristina; GOMIDE, Plínio Henrique Oliveira; NUNES, Járison Cavalcante. Influência de diferentes sistemas de uso do solo na densidade e diversidade de macrofauna em BOA VISTA-RR. *Ambiente: Gestão e Desenvolvimento*, v. 11, n. 01, p. 230-240, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.24979/161>. Acessado: 10 out. 2021.

RUBIM, Luis Gustavo Talarico; PÁDUA, Thiago Henrique dos Reis; COSTA, Adriele Garcia; SOUZA, Marcos Magalhães de. Registros de dieta de opiliões na Mata Atlântica (Arachnida, Opiliones). *Biotemas*, 34(3), 5. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2021.e80428>. Acessado: 10 jan. 2024.

SANTIAGO, F. S. ; NANES, M. B. ; JALFIM, F. T. ; DIAS, I. C. G. M. ; BLACKBURN, R. M. ; SILVA, N. C. G. ; AZEVEDO, M. A. ; FREITAS, R. R. L. . Influência do manejo agroecológico na macrofauna edáfica em área de hortaliças e frutas no Sertão do Apodi-RN. In: X Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas, 2013, Poços de Caldas - MG. Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas, 2013.

SANTOS, Glenio Guimarães; SILVEIRA, Pedro Marques da; MARCHÃO, Robélio Leandro; BECQUER, Thierry; BALBINO, Luiz Carlos. Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, n. 1, p. 115-122, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008000100015>. Acessado: 10 jan. 2024.

SILVA, Rogério Ferreira da; AQUINO, Adriana Maria de; MERCANTE, Fábio Martins; GUIMARÃES, Maria de Fátima. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 41, n. 4, p. 697-704, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2006000400022>. Acessado: 10 jan. 2024.

SILVA, S. I. A.; SOUZA, T.; LUCENA, E. O.; LAURINDO, L. K.; SANTOS, D. Influência de sistemas de cultivo sobre a comunidade da fauna edáfica no nordeste do Brasil. *Ciência Florestal*, v. 32, n. 2, p. 829–855, abr. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509855320>. Acessado: 10 jan. 2024.

SOUZA, José Thyago Aires; FARIAS, André Aires de; FERREIRA, Roberto Carlos Cavalcante; OLIVEIRA, Suenildo Josemo Costa; CAVALCANTE, Lourival Ferreira; FIGUEIREDO, Lucimara Ferreira de; CORREIA, Franklin Gomes. Macrofauna edáfica em três ambientes diferentes na região do Cariri Paraibano, Brasil. *Revista Scientia Agraria Paranaensis*, v. 15, n. 1, p. 94-99, 2016. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/13074>. Acessado: 10 jan. 2024.

SOUZA, Tancredo Augusto Feitosa de; FREITAS, Helena. Long-Term Effects of Fertilization on Soil Organism Diversity. In: GABA, S.; SMITH, B.; LICHTFOUSE, E. (ed.). *Sustainable Agriculture Reviews*, v. 28: Ecology for Agriculture. Cham: Springer, 2018, p. 211-247. DOI: 10.1007/978-3-319-90309-5\_7. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-90309-5\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-90309-5_7). Acessado: 08 jan. 2024.

STORER, T.I.; USINGER, R. L.; STEBBINS, R. C.; NIBAKKEN, J.W. *Zoologia Geral*. 6ª ed. São Paulo:

Editora Nacional. 2000.

TIAN, G.; BRUSSARD, L.; KANG, B.T. Biological effects of plant residues with contrasting chemical compositions under humid tropical conditions: effects on soil fauna. *Soil Biological Biochemistry*, v. 25, n.6, p. 731-737, 1993. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(93\)90114-Q](https://doi.org/10.1016/0038-0717(93)90114-Q). Acessado: 10 jan. 2024.

VARGAS, André B.; MAYHÉ-NUNES, Antônio J.; QUEIROZ, Jarbas M.; SOUZA, Guilherme O.; RAMOS, Elaine F. Efeitos de Fatores Ambientais sobre a Mirmecofauna em Comunidades de Restinga no Rio de Janeiro, RJ. *Neotropical Entomology*. v. 36, n. 1, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2007000100004>. Acessado: 10 jan. 2024.

ZHENG, Xianqing; WEI, Liang; LV, Weiguang; ZHANG, Haoqing; ZHANG, Yue; ZHANG, Haiyun; ZHANG, Hanlin; ZHU, Zhenke; GE, Tida; ZHANG, Wenju. Long-term bioorganic and organic fertilization improved soil quality and multifunctionality under continuous cropping in watermelon. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 359, 2024. 108721. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108721>. Acessado: 12 jan. 2024.