



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO

CAMPUS CAXIAS

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA E BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS LICENCIATURA

JANUÁRIO DA CONCEIÇÃO JÚNIOR

**MACROFAUNA EDÁFICA EM UMA ÁREA DE CERRADO SOB PASTEJO
BOVINO**

Caxias-MA

2023



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO-CAMPUS CAXIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA E BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS-LICENCIATURA

JANUÁRIO DA CONCEIÇÃO JÚNIOR

**MACROFAUNA EDÁFICA EM UMA ÁREA DE CERRADO SOB PASTEJO
BOVINO**

Monografia apresentado ao Colegiado do curso de Ciências Biológicas-Licenciatura da Universidade Estadual do Maranhão – Campus Caxias, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof. Dra. Luiza Daiana Araújo da Silva Formiga

Caxias-MA

2023

JANUÁRIO DA CONCEIÇÃO JÚNIOR

**MACROFAUNA EDÁFICA EM UMA ÁREA DE CERRADO SOB PASTEJO
BOVINO**

Monografia apresentado ao Colegiado do curso de Ciências Biológicas-Licenciatura da Universidade Estadual do Maranhão – Campus Caxias, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof. Dra. Luiza Daiana Araújo da Silva Formiga

Aprovada em: 21/07/2023

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Prof. Dra. Luiza Daiana Araújo da Silva Formiga

Universidade Estadual do Maranhão

Prof. Judson Chaves Rodrigues

Universidade Estadual do Maranhão

Prof. Dr. Caleb Califre Martins

Universidade Estadual do Maranhão

JANUÁRIO DA CONCEIÇÃO JÚNIOR

**MACROFAUNA EDÁFICA EM UMA ÁREA DE CERRADO SOB PASTEJO
BOVINO**

De acordo com:

Orientando: Januário da Conceição Júnior

Orientadora: Prof. Dra. Luiza Daiana Araújo da Silva Formiga

C744m Conceição Júnior, Januário da

Macrofauna edáfica em uma área de cerrado sob pastejo bovino
/ Januário da Conceição Júnior. _Caxias: Campus Caxias, 2023.

48f.

Monografia (Graduação) – Universidade Estadual do Maranhão
– Campus Caxias, Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof^a. Dra. Luiza Daiana Araújo da Silva Formiga.

*E Jesus disse-lhe: Se tu podes crer,
tudo é possível ao que crer (Marcos 9:23).*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por mais uma vitória alcançada;

A professora Dra. Luiza Daiana Araújo Formiga pela orientação, por sua disponibilidade, paciência e prestatividade;

A minha família, especialmente minha mãe por todo apoio emocional, psicológico, afetivo e estrutural;

Aos colegas de laboratório por toda ajuda, contribuições e colaboração na execução deste trabalho;

Aos amigos Paulo Rubens, Dalton Prado e especialmente Franciel da Silva Lima por toda ajuda material, disponibilidade e apoio;

As amigas Sara Steffane e Ana Clara Braga pelos inúmeros incentivos;

Ao professor Dr. Vagner Santiago pela ajuda na interpretação dos índices e análises;

Ao professor Cleilton pelo apoio estatístico;

A Universidade Estadual do Maranhão por proporcionar esta formação acadêmica;

Ao corpo docente da UEMA que contribuíram para a minha formação acadêmica.

Por fim agradeço a todos que contribuíram diretamente ou indiretamente para a execução deste trabalho.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização da Fazenda Experimental Paulo Simão, Caxias-MA.....	19
Figura 2. Representação esquemática do delineamento amostral da Fazenda Experimental Paulo Simão, município de Caxias-MA.	19
Figura 3. Armadilhas utilizadas para amostragem das áreas.....	21
Figura 4 A-D. Curvas de acumulação das ordens da macrofauna edáfica.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização física do solo realizadas para áreas I (pastejada) e II (repouso) na Fazenda Experimental Paulo Simão, Caxias-MA.....	22
Tabela 2. Caracterização química do solo realizada para áreas I (pastejada) e II (repouso) na Fazenda Experimental Paulo Simão, Caxias-MA.....	22
Tabela 3. Distribuição do número de indivíduos das ordens da Macrofauna, amostrados pelas aramadilhas Pitfall e Provid verificados na Área I e Área II, na Fazenda Experimental Paulo, Caxias-MA.....	25
Tabela 4. Distribuição das ordens taxonômicas amostradas na Área I (pastejada), Área I (repouso) e Área II (pastejada), Área II (repouso) nos meses de abril (período chuvoso) e outubro (período seco) na Fazenda Experimental Paulo Simão, Caxias-MA.....	27
Tabela 5. Distribuição do número de indivíduos em função da temperatura (°C) e precipitação (mm) nos meses de abril /2022 e outubro/2022 verificados para as Áreas I e II na Fazenda Experimental Paulo Simão, Caxias-MA.....	34
Tabela 6. Distribuição das ordens da macrofauna coletados nos meses de abril/2022 e outubro/2022, verificados na Área I e II na Fazenda Paulo Simão, Caxias-MA.....	35
Tabela 7. Índices de diversidade Shannon-Weiner (H') e Equitabilidade de Pielou (J) verificados para na Área I (pastejada), Área I (repouso) e Área II (pastejada), Área II (repouso) nos meses de abril (período chuvoso) e outubro (período seco) na Fazenda Experimental Paulo Simão, Caxias-MA.....	36
Tabela 8. Estimadores de riqueza das ordens da macrofauna edáfica verificados na verificados para na Área I (pastejada), Área I (repouso) e Área II (pastejada), Área II (repouso) nos meses de abril (período chuvoso) e outubro (período seco) na Fazenda Experimental Paulo Simão, Caxias-MA.....	37

RESUMO

A agropecuária é a atividade que impacta de maneira significativa o solo sendo a sua degradação um dos principais impactos ocasionados. Em ambientes de pastagens, a avaliação da fauna edáfica configura-se como uma importante ferramenta na análise da qualidade do solo. Todavia, os estudos realizados no bioma Cerrado com enfoque nestes organismos ainda são incipientes. Diante disso, o presente estudo objetivou comparar a comunidade da macrofauna em uma área sob pastejo bovino e área não pastejada inseridas no Bioma bioma Cerrado. O estudo foi desenvolvido na Fazenda Experimental Paulo Simão no Povoado Ingá, localizada no município de Caxias-MA. A amostragem das áreas foi realizada nos meses de abril/2022 (período chuvoso) e outubro/2022 (período seco). Para tanto foram utilizadas duas áreas contíguas de pastagens amostradas por armadilhas do tipo Provid e Pitfall. Os espécimes coletados foram triados, montados, contados e identificados a nível de ordem no Laboratório de Fauna do Solo (LAFS) da Universidade Estadual do Maranhão, campus Caxias. Os dados obtidos foram submetidos à análise faunística. Foram realizadas análises de riqueza estimada, os índices de diversidade de Shannon - Weaner (H'), equitabilidade de Pielou (e) e riqueza de Margalef realizadas no programa R. Ao total foram capturados e identificados 10.048 espécimes distribuídos em 15 ordens. As ordens com maior número de registros foram: Hymenoptera com 5.801 indivíduos, Blattodea com 2.486 indivíduos, Diptera com 851 indivíduos, Araneae com 445 indivíduos e Coleoptera com 272 indivíduos. A precipitação influenciou na distribuição dos organismos na área II. Os maiores valores para os índices de Shannon (H') e Equitabilidade de Pielou (J) foram registrados durante o período chuvoso. A riqueza observada variou entre os tipos de armadilhas empregados e o período de amostragem em cada área. As curvas de acumulação de ordens para as áreas I e II nos períodos seco e chuvoso atingiram a assíntota e, assim, indicando suficiência amostral para as áreas.

Palavras-chave: riqueza, diversidade, solo

ABSTRACT

Agriculture is an activity that significantly impacts the soil and its degradation is one of the main impacts caused. In pasture environments, the evaluation of soil fauna has been an important tool in the analysis of soil quality. However, studies carried out in the Cerrado biome with an approach to these organisms are still incipient. In view of this, the present study aimed to compare the macrofauna community in an area under cattle grazing and a non-grazed area inserted in the Cerrado biome. The study was carried out at the Fazenda experimental Paulo Simão in Povoado Ingá, located in the municipality of Caxias-MA. The ascension of the areas was carried out in the months of april/2022 (rainy period) and october/2022 (dry period). For that, two contiguous areas of pastures sampled by Provid and Pitfall traps were used. The collected specimens were sorted, assembled, counted and identified at the order level at the Soil Fauna Laboratory (LAFS) of the Universidade Estadual do Maranhão, campus Caxias. The obtained data were examined through faunistic analysis. Analyzes of estimated richness, Shannon - Weaner diversity index (H'), Pielou evenness (e) and Margalef richness were performed using the R program. A total of 10,048 specimens distributed in 15 orders were collected and identified. The orders with the highest number of records were: Hymenoptera with 5,801 individuals, Blattodea with 2,486 individuals, Diptera with 851 individuals, Araneae with 445 individuals and Coleoptera with 272 individuals. Precipitation influenced the distribution of organisms, which was evidenced in area II. The highest values for the Shannon (H') and Pielou Equitability (J) indices were recorded during the rainy season. The richness observed between the types of traps used and the sampling period in each area. The cumulative curve of orders for areas I and II in dry and rainy periods reached the asymptote indicating sampling sufficiency.

Keywords: Wealth, diversity, soil.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1	Saúde do solo	15
2.2	Impactos do pastejo sobre a macrofauna	15
2.3	Eficiência das armadilhas Pitfall e Provid	17
3	MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1	Área de estudo	18
3.2	Coleta e identificação dos espécimes.....	20
3.3	Amostragem das propriedades físico-químicas.....	21
3.1	Análise de dados	23
4	RESULTADOS E DISCUSÃO	25
4.1	Abundância, Frequência, Constância e Dominância das Ordens Taxonômicas.....	25
4.2	Efeito dos fatores físicos (Temperatura e Precipitação) sobre a abundância da macrofauna edáfica nas áreas amostradas.....	33
4.3	Índice de diversidade de Shannon-Weaner (H') e Equitabilidade de Pielou.....	35
4.4	Riqueza observada e Curva de acumulação.....	37
5	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

As pastagens constituem-se um dos principais sistemas agrícolas que abrange cerca de 40% da superfície terrestre (HEWINS *et al.*, 2018). Além disso, as pastagens também representam a principal fonte de alimento para o gado (PETERS *et al.*, 2013). De acordo com o relatório publicado pelo MAPBIOMAS, em 2020 as áreas de pastagens no Brasil correspondiam aproximadamente 161 milhões de hectare. Já o rebanho bovino era de aproximadamente 157 milhões ou 0,86 unidade animal (UA) / hectare (ATLAS, 2020). Em 2021, as áreas de pastagens no Brasil somaram cerca de 163,1 milhões de hectares. Enquanto o rebanho bovino chegou a aproximadamente 196,4 milhões de cabeças de gado (ABIEC, 2021).

Com relação à qualidade das pastagens no Brasil, 38% das pastagens encontra-se em estado intermediário de degradação, 14,3% encontra-se em estado severo de degradação e apenas 47,7% das pastagens encontra-se em um estado bem conservado. Em relação aos biomas brasileiros, o Cerrado ocupa o terceiro lugar no ranking com 17,2% de pastagens em estado severamente degradado, atrás apenas do Pantanal e da Caatinga (MAPBIOMAS, 2020). De acordo com Brown e Werrick (2016) os fatores que degradam as pastagens estão geralmente associados à pressão inadequada do pastoreio do gado. Portanto, existe uma forte relação, repetível e lógica entre o manejo do gado (particularmente a taxa de lotação), a mudança da vegetação e o comportamento do solo (BRISKE *et al.*, 2011).

A macrofauna edáfica constitui um importante componente do solo, dado o impacto significativo de suas atividades para o seu funcionamento, tais como: a fragmentação dos resíduos orgânicos, mistura das partículas minerais e orgânicas e redistribuição da matéria orgânica (BARETTA *et al.*, 2011; PAULA; LOPES, 2013; SHUKLA *et al.*, 2013; KAMAU, 2017). Além disso, os organismos pertencentes na macrofauna edáfica apresentam vasta sensibilidade às mudanças ambientais (MATSUMOTO; MARQUES, 2015). Assim, a avaliação de parâmetros quantitativos (abundância, densidade e riqueza) e qualitativo (diversidade) dos organismos edáficos têm sido usados como potenciais indicadores da qualidade do solo, pois fornecem uma noção do seu estado atual e de mudanças induzidas por fatores bióticos e abióticos ao longo do tempo (MELO *et al.*, 2009).

A avaliação da fauna edáfica tem sido uma importante ferramenta na análise da qualidade do solo dos cultivos de *Panicum maximum* (Jacquin, 1781) e *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex. A. Rich) (BARETTA *et al.*, 2003, PEREIRA *et al.*, 2012). Todavia, os estudos realizados no bioma Cerrado com enfoque nos organismos da macrofauna ainda são escassos. Grande parte dos trabalhos disponíveis para esse bioma tem dedicado atenção especial apenas aos componentes da microfauna e microflora, enquanto estudos acerca dos efeitos das práticas de manejos sobre os organismos da macrofauna são poucos (SANTOS *et al.*, 2008). Diante disso, o presente estudo objetivou comparar a comunidade da macrofauna edáfica em área sob pastejo bovino inseridas no bioma Cerrado.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No Brasil, a pecuária bovina é a atividade econômica que ocupa a maior extensão de terras no país (SCHLESINGER, 2010). Em 2020, o tamanho do rebanho efetivo de bovinos era de 218, 2 milhões de cabeças, atrás apenas do rebanho de galináceos com 1,5 bilhão de cabeça. Em relação à produção de produtos agropecuários, a produção de leite alcançou 3,4 bilhões de litros de leite ocupando o primeiro lugar no ranking (IBGE, 2020). Além disso, a área total de pastagens (naturais e plantadas) no Brasil até o ano de 2017 correspondia a 159, 4 milhões de hectares, sendo esta considerada como a principal fonte de alimento para o rebanho brasileiro de ruminantes domésticos (SILVA *et al.*, 2008; IBGE, 2017).

A agropecuária, ao mesmo tempo em que é considerada uma atividade de grande importância econômica que impulsiona a economia também se configura como a atividade que impacta de maneira significativa o meio ambiente, sendo a degradação do solo um dos principais efeitos ocasionados (BARTHOLOMEU, 2009). O manejo inadequado, em particular o uso sistemático de taxas de lotação que excedam a capacidade do pasto de se recuperar do pastejo e do pisoteio configura-se como uma das principais causas de degradação de pastagens de influência antrópica direta. Sabe-se que os principais problemas envolvidos na degradação das pastagens são a compactação e a erosão e, geralmente, estes são os fatores que mais restringem o uso do solo. (DIAS FILHO, 2014; RAMOS, 2018)

2.1 Saúde do solo

O solo abriga um complexo ecossistema, rico em microrganismos e invertebrados, que produz uma variedade de serviços ecossistêmicos, além dos nutrientes nele estocados (ROMEIRO, 2015). Os membros bióticos ativos presentes no solo atuam na decomposição de resíduos orgânicos, pois fornecem nutrientes, água e organizam suas partículas, que propiciam o desenvolvimento das plantas e animais que dependem direta e indiretamente dele (SILVA *et al.*, 2016).

Embora muitas vezes usado como sinônimo de “qualidade do solo”, o termo saúde do solo se diferencia da qualidade do solo por causa de seu foco nas propriedades biológicas (KARLEN, 2012). De acordo com Bunemann *et al.* (2018) o termo qualidade do solo estaria mais relacionado a uma medida da condição do solo em relação aos requisitos de uma ou mais espécies biológicas, enquanto o termo saúde do solo apresenta um caráter mais global (LEHMANN *et al.*, 2020). Recentemente, a Natural Resources Conservation Service (USDA, 2022) definiu a saúde do solo como a capacidade contínua do solo de funcionar como um ecossistema vivo vital que sustenta plantas, animais e seres humanos.

Em ambientes de pastagens, a saúde do solo pode ser afetada diretamente pelo super pastoreio ou remoção excessiva de resíduos de culturas que diminuem a proteção do solo contra a erosão do vento e da água (KARLEN *et al.*, 2019). Além disso, o manejo inadequado do solo nessas áreas acarreta modificações distintas nos ecossistemas, pois alteram a composição dos macros invertebrados presentes no solo, especialmente a estrutura da comunidade da macrofauna em diferentes graus de intensidade, por ocasião da mudança de habitat, criação de microclima e fornecimento de alimento aos indivíduos. Essas modificações existentes que ocorrem na diversidade e densidade populacionais, constitui uma característica potencial bioindicadora da saúde do solo (FERREIRA *et al.*, 2010; REZENDE *et al.*, 2017).

2.2 Impactos do pastejo sobre a macrofauna

A necessidade de entender e avaliar a qualidade do solo, através da utilização de indicadores tem sido apontado como um dos principais compromissos da ciência do solo. Nessa perspectiva, a seleção de indicadores é fundamental para a avaliação dos atributos do solo. Os indicadores de qualidade do solo devem ser identificados e analisados quanto

à sensibilidade às mudanças e distúrbios ocorridos no ambiente edáfico. Assim, um bom indicador deve ser capaz de refletir o funcionamento do ecossistema, identificar as formas de perturbações, ser economicamente viável e ter facilidade de monitoramento (GIL-SOTRES *et al.*, 2005; CHERUBIN *et al.*, 2015; PAZ-FERREIRO; FU, 2016; BALOTA, 2017; SILVA *et al.*, 2020).

A utilização de indicadores biológicos, comumente conhecidos como bioindicadores, consiste basicamente no uso de organismos vivos, que de acordo com sua presença, ausência ou abundância, e processos desenvolvidos, indicam o estado de conservação ou degradação de um solo (OLIVEIRA *et al.*, 2016). Dentre os indicadores biológicos do solo, a fauna edáfica destaca-se pelo papel relevante na fragmentação e decomposição de material orgânico, na sua distribuição no solo e na regulação de populações de microrganismos (BARETTA *et al.*, 2011; BROWN *et al.*, 2015).

A fauna invertebrada é caracterizada por organismos que vivem no solo ou passam parte do seu ciclo de vida nele. Dentre os critérios utilizados para sua classificação, o diâmetro corporal dos organismos destaca-se por ser amplamente empregado. Este critério inclui três categorias: microfauna (inferior a 0,2 mm), mesofauna (0,2 e 2,0 mm) e macrofauna (2,0 e 20 mm) (MELO *et al.*, 2009). Além deste critério de divisão, ainda se emprega o conceito referente aos grupos funcionais, este critério é baseado na fauna do solo, os táxons que a compõem podem ser distribuídos como: engenheiros dos ecossistemas, saprófagos, predadores, onívoros e fitófagos (ELIEA *et al.*, 2018; FERREIRA *et al.*, 2019). Esse critério também pode ser aplicado as categorias: microfauna, mesofauna e macrofauna de forma complementar pois proporciona uma nova interpretação e compreensão do papel destes organismos para a manutenção dos ecossistemas.

A Macrofauna edáfica é representada por mais de 20 grupos taxonômicos (GIRACCA *et al.*, 2003, VAZ *et al.*, 2009; SOUZA *et al.*, 2015). Dentre estes, destaca-se: Térmitas, Opiliones, Araneae, Megadrili (minhocas), Coleoptera, Mollusca, Chilopoda e Diplopoda (MELO *et al.*, 2009; BARETTA *et al.*, 2011; BATISTA *et al.*, 2014). Quanto as funções exercidas pelos diferentes organismos dessa categoria, há os Engenheiros do Ecossistema representado pelas formigas (Hymenoptera: Formicidae), minhocas (Haplotaxida), cupins (Blattodea) (LIMA *et al.*, 2020); Saprófagos (Blattodea, Diplopoda, Diplura, Psocoptera, etc.) (PEÑA-PEÑA *et al.*, 2016; FROUZ, 2017); predadores, tais como aranhas (Araneae, Pseudoscorpionida) e centopeias (Scolopendromorpha) (MURPHY *et al.*, 2020); Onívoros (Blattaria, Coleoptera e outros)

(KULKARNIA *et al.*, 2017); e Fitófagos (Orthoptera, Hemiptera, etc.) (ANDREW *et al.*, 2005). Estes organismos em conjunto desempenham funções essenciais para o funcionamento sustentável dos ecossistemas terrestres como, por exemplo: alterações substanciais nos parâmetros físicos (LAVELLE *et al.*, 2006; GARDI *et al.*, 2009), atuação em diferentes níveis tróficos dentro da cadeia alimentar do solo (SILVA *et al.*, 2006), decomposição e ciclagem de nutrientes (MANHÃES; FRANCELINO, 2012).

A alteração das propriedades físicas do solo causada pelo pisoteio animal em sistemas de produção tem sido tema de muitas discussões, porém, as informações disponíveis que avaliam este efeito na região do Nordeste brasileiro são escassas. Em pastagens nativas dessa região, acredita-se que o principal fator de degradação do solo seja a utilização de taxas de lotações inadequadas, com sobrecarga animal em função da disponibilidade de oferta forrageira que causam danos às propriedades físicas dos solos. Outro fator é, sem dúvida, a utilização de sistemas de pastejo inadequados que não respeitam o desenvolvimento das plantas forrageiras (PARENTE; MAIA, 2011).

Em virtude da alta sensibilidade aos impactos dos diferentes tipos de sistema de produção (BATISTA *et al.*, 2014), a macrofauna edáfica é amplamente utilizada como indicador biológico (BATISTA *et al.*, 2014). A sua identificação contribui diretamente para a avaliação dos sistemas de produção agrícola na medida em que determinam quais nutrientes estarão prontamente disponíveis no solo, os meios de recuperação de áreas degradadas, e o uso de práticas agrícolas convencionais (REZENDE *et al.*, 2017). Em razão da sua ampla funcionalidade e sensibilidade é possível detectar alterações decorrentes do manejo do solo (SILVA *et al.*, 2021).

2.3 Eficiência das armadilhas Pitfall e Provid

Nos estudos sobre análise da macro e mesofauna, têm-se empregado diferentes tipos de armadilhas de captura (SILVA; AMARAL, 2013), que permitem um aumento significativo de tempo de esforço amostral, pois eleva as chances de captura e consequentemente a identificação de mais espécies num certo período de tempo. Através da captura é possível identificar com mais precisão os indivíduos encontrados; (FREITAS; SILVA, 2007; SILVA *et al.*, 2016). Dentre os métodos utilizados, destacam-se as armadilhas do tipo Pitfall e Provid.

As armadilhas de solo, tipo Pitfall, são especialmente voltadas para insetos que caminham sobre o solo por incapacidade de voo ou por preferência de habitat. Isso inclui uma variedade de formas imaturas, insetos ápteros, como Collembola, Protura, Diplura,

Formicidae, além de outros artrópodes, como ácaros, aranhas, diplópodes, etc. Essas armadilhas podem ter sua eficiência aumentada pela presença de atrativos, como iscas, e devem ser colocadas no mesmo nível do solo para não ser percebida pelos animais e para auxiliar na captura (ARAÚJO *et al.*, 2010).

As armadilhas de queda Pitfall apresentam vantagens e são direcionadas principalmente para animais que são ativos à noite. Contudo, estas também apresentam desvantagens, principalmente no fato de que elas não amostram todos os grupos taxonômicos com a mesma eficiência. Besouros, formigas, aranhas e outros tendem a dominar a captura, enquanto insetos alados parecem capazes de escapar (MOREIRA *et al.*, 2010).

Já o método tipo Provid consiste em uma armadilha de coleta para amostragem da fauna epiedáfica adaptada por Antonioli *et al.* (2007) que se mostrou mais eficiente que a armadilha de Tretzel por sua praticidade e por ser de fácil manejo. No entanto, a ausência de pesquisas na literatura com esta metodologia torna necessária a determinação do número mínimo de armadilhas (suficiência amostral) a ser utilizado em levantamentos de campo para avaliação da biodiversidade da fauna do solo (GOÉS *et al.*, 2019).

3 MATERIAL E MÉTODOS

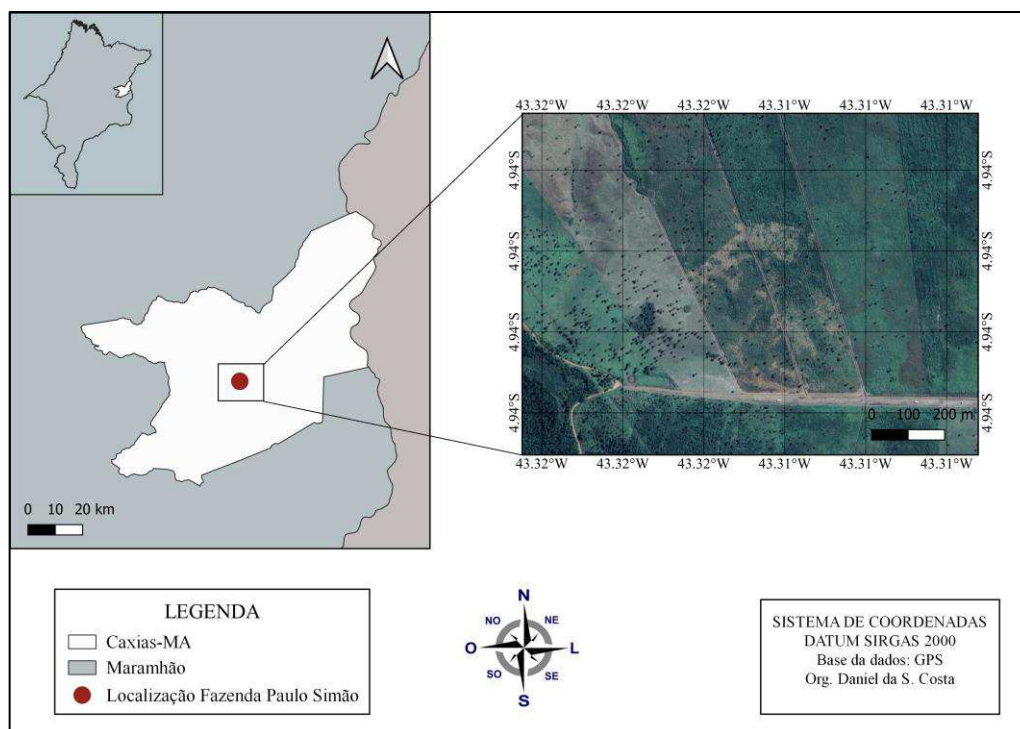
3.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na Fazenda Experimental Paulo Simão no Povoado Ingá (4°56'36.8"S / 43°18'54.5"W), localizado no município de Caxias-MA (Figura 1). O município de Caxias está situado na mesorregião do Leste Maranhense (04°51'32"S / 43°21'22"W), com uma altitude de 66 metros ao nível do mar e área de 5.201,927 km² (IBGE, 2021).

A região de Caxias caracteriza-se por apresentar índices pluviométricos regulares entre 1.600 e 1.800 mm. Apresenta duas estações climáticas bem definidas no ano, uma chuvosa entre os meses de novembro a abril, com maior pluviosidade em março, e outra seca, entre os meses de maio e outubro (VIEIRA *et al.*, 2017). As temperaturas, mínimas, médias e máximas, são normalmente elevadas, com média anual superior a 24°C.

Para avaliar nível de interferência ocasionado pelo manejo dos bovinos foram utilizadas duas áreas (piquetes) com 60ha cada, totalizando 120ha ao total (Figura 2). Ambas as áreas pertencentes a Fazenda Experimental Paulo Simão e estão inseridas no bioma Cerrado. As duas áreas são cultivadas com capim *Panicum maximum* Jacq. e capim

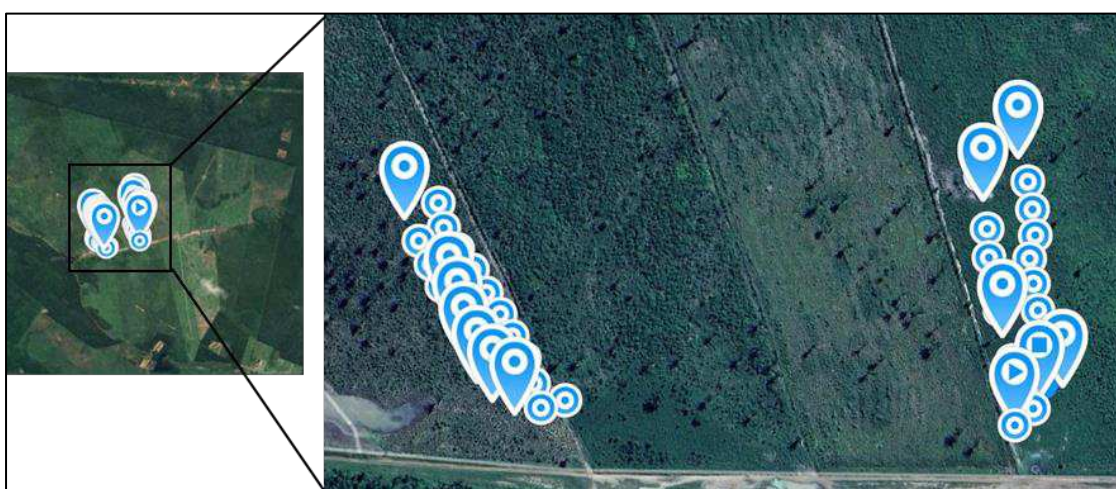
Figura 1: Mapa de localização da Fazenda Experimental Paulo Simão, Caxias-MA.



Fonte: Costa, 2022

Brachiaria brizantha cv. Marandu, alimento exclusivos dos animais, suplementados com sal e água a vontade. O sistema utilizado consiste na lotação rotacionado. O rebanho continha 450 bezerros da raça Nelore, com o peso médio de 120 kg permanecia entre 15 a 20 dias a em cada piquete. Posteriormente ocorria a rotação dos animais entre as áreas.

Figura 2. Representação esquemática do delineamento amostral da Fazenda Experimental Paulo Simão, município de Caxias-MA.



A amostragem das áreas foi realizada nos meses de abril/2022 (período chuvoso) e outubro/2022 (período seco). Para tanto foi requisitada uma autorização legal do

ICMBio/IBAMA (n° 583781). Durante o mês de abril a área I encontrava-se em descanso há 120 dias, ou seja, sem a presença de animais. Enquanto a área II encontrava-se em pastejo (450 animais). Em outubro, durante o período seco com a rotação dos animais a área I antes em pastejo encontrava-se em descanso há 90 dias enquanto área II estava sobre pastejo bovino (450 animais).

3.2 Coleta e identificação dos espécimes

Para a coleta dos espécimes procedeu-se da seguinte forma: em cada área foram traçados dois transectos com 10 pontos, totalizando 20 pontos amostrais em cada área. A distância entre cada transecto foi de 30m e a distância de cada ponto amostral de 20m. Em cada ponto amostral plotado no GPS, foram instaladas duas armadilhas: uma do tipo Pitfall e uma do tipo Provid, distantes entre si 30cm, totalizando 20 armadilhas do tipo Pitfall e 20 armadilhas do tipo Provid. Assim para cada área foram utilizadas 40 armadilhas totalizando 80 armadilhas distribuídas nas duas áreas experimentais em cada período.

As armadilhas do tipo Pitfall consistem em copos plásticos (300 ml) enterrados com a abertura até o nível do solo (Figura 3A). Já a armadilha Provid (Figura 3B) é constituída por uma garrafa PET com capacidade de dois litros, contendo quatro aberturas na forma de janelas com dimensões de 2 x 3 cm na altura de 20 cm de sua base, sendo enterradas no solo de modo que o nível da borda das janelas dos frascos fique nivelados a superfície do solo. Ambas as armadilhas foram equipadas com a solução de 200 ml de detergente na concentração de 5% e cinco gotas de formol (P.A), para conservação dos organismos. As armadilhas permaneceram no campo durante 72 horas, após este período as amostras foram coletadas e armazenadas em potes etiquetados contendo álcool 70% (BACCARO *et al.*, 2015).

Os espécimes coletados foram transportados para o Laboratório de Fauna do Solo (LAFS) do Centro de Estudos Superiores de Caxias da Universidade Estadual do Maranhão (CESC/UEMA) para realização de triagem, montagem, contagem e identificação das ordens. A identificação dos espécimes foi feita com uso de chave taxonômicas (BACCARO *et al.*, 2015).

Figura 3: Armadilhas utilizadas para amostragem das áreas. **A-** Armadilha Pitfall; **B-** armadilha Provid instaladas na Fazenda Experimental Paulo Simão



3.3 Amostragem das propriedades físico-químicas

A caracterização física, química e de fertilidade do solo foram feitas entre 20 e 27 de fevereiro de 2023. Para tanto foram retiradas quatro amostras (repetições) de solo aleatória a 10 cm de profundidade em cada área amostrada, totalizando oito amostras em todas as áreas amostradas. As amostras foram enviadas até o Laboratório de solos da Universidade Federal da Paraíba, Campus II – Areia – PB onde foram realizadas as análises.

A classificação do solo foi realizada conforme o sub agrupamento textura (SANTOS *et al.*, 2018). A área I apresenta textura média-arenosa e foi classificada como areia franca apresentando mais de 520 g kg⁻¹ de areia. A área II apresenta textura arenosa-média, classificada como franco arenosa (Tabela 1). Para a mensuração dos atributos físicos foram determinadas: densidade do solo, densidade da partícula, porosidade total (determinada pela relação entre a densidade do solo e a densidade de partículas), macroporosidade, microporosidade e classe textural.

Tabela 1. Caracterização física do solo realizadas para áreas I e II na Fazenda Experimental Paulo Simão, Caxias-MA.

Área	Areia	Silte	Argila	Dens. solo	Dens. partícula	Porosidade Total	Macro porosidade	Micro porosidade	Clas. textual
	g/Kg			g/cm ³	g/cm ³	m ³ /m ³	m ³ /m ³	m ³ /m ³	
Área I	745	89	166	1,67	2,60	0,36	0,14	0,22	Francosa Arenosa
Área II	849	63	88	1,26	2,59	0,51	0,40	0,11	Areia Franca

Legenda: Densidade do solo (**Dens. Solo**); Densidade da partícula (**Dens. Part**) Classe textual (**Clas. textual**)

A caracterização química e de fertilidade do solo seguiu o manual de análises de solo (EMBRAPA, 1997). Para tanto foi realizado o levantamento dos atributos químicos: pH, Fósforo, Enxofre, Potássio, Sódio, Magnésio, acidez potencial, Alumínio e matéria orgânica (Tabela 2). Onde: Al- indica a acidez trocável ou Al trocável extraído por KCL 1M e determinado por titulação com NaOH; (H+ CL) -acidez potencial até pH 7,0 extraído por acetato de cálcio 0,5M; Ca, Al e Mg trocável extraído por KCL 1M e determinado por absorção atômica; K, P e Na extraído por solução de Mehlich I e determinados por fotometria de chama e espectrofotometria; SB-soma de bases trocáveis; CTC a pH 7,0; capacidade catiônica e MO - matéria orgânica do solo determinado pelo método de Walkley-Black.

Tabela 2. Caracterização química do solo realizada para áreas I (pastejada) e II (repouso) na Fazenda Experimental Paulo Simão, Caxias-MA.

Área	pH	P	S	K+	Na+	H ⁺ +Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ²⁺	Mg ⁺²	SB	CTC	MO
	H ₂ O (1:2:5)	-----Mg/dm ³ -----			-----cmol _c /dm ³ -----							
Área I	6,1	21,0	-	136,57	0,07	2,08	0,15	3,64	1,93	5,99	8,07	32,44
Área II	6,0	4,70	-	138,93	0,08	2,21	0,10	1,71	1,32	3,47	5,68	27,55

Legenda: P, K, Na: Extrator Mehlich 1; SB: Soma de Bases Trocáveis; M.O.: Matéria Orgânica – Walkley-Black; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 M, pH 7,0; CTC: Capacidade de Troca Catiônica; S: Extrator Ca(H₂PO₄)₂. H₂O 0,01 M; Al, Ca, Mg: Extrator KCl 1 M.

O monitoramento da temperatura do solo foi aferido com o auxílio de termômetros digitais do tipo espeto há uma profundidade de 10 cm. Para as análises calculou-se a média das temperaturas aferidas em cada ponto amostrado no software Excel. Esse procedimento foi realizado para cada área nas duas estações de forma independente. Os valores obtidos foram relacionados com as variáveis estudadas no experimento. Os dados de precipitação dos períodos das coletas foram obtidos no site do Instituto Nacional de

Meteorologia (INMET). Para as análises do presente estudo foi considerado a precipitação total para os períodos (chuvoso e seco) resultante do somatório da precipitação diária para cada mês.

3.4 Análise de dados

Os dados obtidos a partir da coleta dos espécimes foram analisados da seguinte forma: em um primeiro momento foram considerados os dados provenientes das áreas I e II de forma conjunta levando-se em consideração os métodos de coletas Pitffal e Provid. Assim foi possível obter a abundância, riqueza para ambas as áreas estudadas. Em um segundo momento os dados foram submetidos à análise faunística com base nos índices de frequência, constância e dominância selecionando as ordens predominantes, ou seja, aquelas que apresentam maiores índices faunísticos (SILVEIRA NETO *et al.*, 1976). Calculou-se a riqueza estimada, os índices de diversidade de Shannon - Weaner (H'), equitabilidade de Pielou (J), e riqueza de Margalef (D) feita no programa ANAFAU (MORAES *et al.*, 2003).

O índice de diversidade de Shannon (H') é usado para medir a incerteza sobre espaços desordenados (SANTOS, 2009). Este índice parte do princípio de que a informação pode ser representada por símbolos e estima a entropia de uma amostra (REIS, 2012).

Em sua definição $H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$, onde H' é o índice de Shannon, S o número de espécies o número de espécies presentes na amostra, P_i representa a probabilidade de um indivíduo pertencer a espécie i , e é calculada pela seguinte equação $P_i = \frac{n_i}{N}$, onde P_i é a probabilidade de selecionar um indivíduo da espécie i , n_i é o número de indivíduos da espécie i e N é o total de indivíduos da amostra (REIS, 2012). No presente estudo para o valor de S utilizou-se o número de ordens registradas. Assim, i passou a representar a probabilidade de um indivíduo pertencer a ordem i . Logo na segunda equação, P_i consiste na probabilidade de selecionar um indivíduo da ordem i , n_i é o número de indivíduos pertencentes a ordem i e N é o total de indivíduos.

O Índice de uniformidade de Pielou (J) é uma medida de equabilidade que se baseia no índice de diversidade de Shannon H' . Consiste em dividir o resultado H' pelo logaritmo natural do número de espécies, que corresponde H' quanto à equabilidade máxima. Uma característica importante desse índice está no seu valor que exprime apenas o grau de uniformidade de uma comunidade que varia entre 0 a 1, sendo 1.0 a equabilidade

máxima (REIS, 2012). O índice de Pielou pode ser expresso pela seguinte fórmula: $J' = \frac{H'}{\ln S}$, onde H' corresponde ao índice de Shannon e S o número de espécies ou grupo (SILVA *et al.*, 2017). Para estimar a riqueza das ordens, foram empregados o Índice de Margalef (D) e os estimadores não paramétricos Jackknifer 1 e Chao 1. Índice de Margalef (D) expressa a riqueza de espécies, considerando o número de espécies ($S-1$) e o logaritmo (base 10 ou natural) do número total de indivíduos. É estimado por meio da seguinte equação $D_{Mg} = \frac{(S-1)}{\ln N}$ (MAGURRAN, 2011). Os estimadores Jackknifer 1 e Chao 1 foram utilizados na construção curva de acumulação de espécies utilizando o programa EstimateS versão 9.1.0 (COLWELL, 2013).

Os valores médios dos índices de H' , J , D foram calculados utilizando a método adaptado de Kraft (2018) em que cada ponto amostral representa um valor independente em relação ao número de coletas. Assim, a média para cada área (área I e área II) foi igual ($n=20$).

A frequência (f) das ordens taxonômicas foi determinada pela participação percentual do número de indivíduos de todas as ordens, em relação ao total coletado. As classes foram obtidas através da aplicação dos seguintes critérios: Pouco frequente (PF) - frequência menor que o limite inferior do IC a 5%; Frequente (F) - frequência situada dentro do IC a 5% e muito frequente (MF) - frequência maior que o limite superior do IC a 5%.

A constância foi calculada por meio da porcentagem de ocorrência das ordens no levantamento, de acordo com os percentuais obtidos, as ordens taxonômicas foram separadas em categorias segundo a classificação de Bodenheimer (1955) citado por Silveira Neto *et al.* (1976). Para classificação da Constância, optou-se pela separação das espécies em categorias, segundo a classificação de Bodenheimer (1955): Ordens Constantes (W) = presentes em mais de 50% das coletas; Espécies Acessórias (Y) = presentes em 20 - 50% das coletas; Espécies Acidentais (X) = presentes em menos de 20% das coletas.

A dominância consiste na capacidade da ordem modificar, em benefício próprio, o impacto recebido do ambiente, podendo causar o aparecimento ou desaparecimento de outros organismos (SILVEIRA NETO *et al.*, 1976). A partir dos valores obtidos, as ordens foram então classificadas em: Dominante (D) - quando os valores da frequência forem superiores ao índice de dominância; Não Dominante (ND) - quando os valores da frequência foram inferiores ao índice de dominância.

As estimativas de riqueza de ordens foram realizadas com auxílio do programa R, empregando os procedimentos, *Chao1* e *Jackknife1*. Para tanto foram utilizados os pacotes *Biodiversity R* e *Vegan*. A partir dos dados obtidos foi então produzida também a curva de acúmulo do número de ordens e para tanto foi utilizado a função *Specaccum* com 1000 permutações randômicas, do pacote *Vegan* (R CORE TEAM, 2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Abundância, Frequência, Constância e Dominância das ordens da Macrofauna edáfica

Através da soma dos métodos (Pitffal e Provid), considerando as duas áreas amostradas nos meses de abril e outubro, foram capturados e identificados 10.048 espécimes (Tabela 3) distribuídos em 15 ordens, destas, 13 foram registradas para área I e 15 ordens para área II. A área I apresentou um menor número de indivíduos (n=3.613) em relação área II (n=6.435) (Tabela 4).

Tabela 3. Distribuição do número de indivíduos das ordens da Macrofauna, amostrados pelas armadilhas Pitffal e Provid verificados na Área I e Área II, na Fazenda Experimental Paulo, Caxias-MA.

Ordens	NI	(%)
Hymenoptera	5801	57,73
Blattodea	2486	24,74
Diptera	851	8,47
Coleoptera	272	2,71
Araneae	445	4,43
Orthoptera	102	1,01
Polydesmida	25	0,25
Pseudoscorpiones	21	0,21
Lithobiomorpha	16	0,16
Thysanoptera	11	0,11
Opiliones	6	0,06
Hemiptera	5	00,5
Scorpione	3	0,03
Julida	3	0,03
Mantodea	1	0,01
Total	10,048	100%

Considerando as duas áreas amostradas nos meses de abril e outubro, as ordens com maior número de registros foram: Hymenoptera com 5.801 indivíduos (57,73%), Blattodea com 2.486 indivíduos (24,74%), Diptera com 851 indivíduos (8,47%), Araneae com 445 indivíduos (4,43%) e Coleoptera com 272 indivíduos (2,71%) (Tabela 3).

Enquanto as ordens com menor número de registros em ordem decrescente foram: Opiliones com seis indivíduos (0,06%), Hemiptera com cinco indivíduos (0,05%), Scorpione três indivíduos (0,03%), Julida três indivíduos (0,03%), e Mantodea com apenas um indivíduo (0,01%). A predominância de algumas ordens em relação a outras em áreas de pastagens pode estar relacionado ao fato de monoculturas fornecerem um único substrato alimentar favorecendo o desenvolvimento de determinados grupos faunísticos (ASSAD, 1997; BARETTA *et al.*, 2003; ANTONIOLLI *et al.*, 2006).

A área I apresentou um maior número de registros de indivíduos durante o mês de abril (n=2032) em relação ao mês de outubro (n=1581) (Tabela 4). O maior número de captura durante o mês de abril em relação ao mês de outubro pode estar associado ao período chuvoso e a maior oferta e disponibilidade de alimento. Esse comportamento é ocorrente em regiões tropicais e semiáridas, nas quais a temperatura e a umidade do solo, influenciam o aumento da disponibilidade de alimentos, fazendo com que a maioria dos grupos de organismos edáficos ampliem suas atividades nos ambientes durante o período chuvoso (LIMA *et al.*, 2020). De acordo com Lima *et al.* (2010) e Sousa *et al.* (2016) há um aumento na macrofauna edáfica período chuvoso. Por outro lado, a área I apresentou um menor número de ordens durante o mês de abril (n=9) em relação ao mês de outubro (n=10). Essa diferença pode estar relacionada à rotação dos animais entre as áreas durante os meses amostrados. Durante o mês de abril a área I comportava os animais, porém durante o mês de outubro, houve a retirada dos animais e a área passou a condição de repouso.

De acordo com a teoria da colonização (MAC ARTHUR; WILSON, 1967), habitats vazios recebem mais espécies ao longo do tempo a partir da colonização. Deste modo, o maior número de ordens registrada na área I no mês de outubro pode ser admitida ao tempo em que esta se encontrava em descanso sem a presença de bovinos. Segundo Imura *et al.* (2014) pastagens mais antigas proporcionam maior tempo para as espécies colonizarem, tendendo a ter maior riqueza.

A área II no mês de abril teve um maior número de registros de organismos (n=3.901) em relação ao mês de outubro (n=2534). De forma semelhante, o número de ordens em abril (n=13), foi maior em relação ao mês de outubro (n=10). Cabe ressaltar que em abril, a área II encontrava-se em descanso, no entanto em outubro com a rotação dos animais a área passou a comportar os bovinos. De acordo com Rezende *et al.* (2017) o pisoteio dos animais durante o pastejo é um dos fatores que contribui para o menor número de registros em áreas de pasto. Rodrigues *et al.* (2016) ao estudar a fauna edáfica.

Tabela 4. Distribuição das ordens taxonômicas amostradas na Área I (pastejada), Área II (pastejada), Área II (repouso) nos meses de abril (período chuvoso) e outubro (período seco) na Fazenda Experimental Paulo Simão, Caxias-MA.

ORDENS	Área I												Área II											
	Abril (pastejada)				Outubro (repouso)				Abril (repouso)				Outubro (pastejada)											
	NI	(%)	A	D	F	C	NI	(%)	A	D	F	C	NI	(%)	A	D	F	C	NI	(%)	A	D	F	C
Hymenoptera	1140	56,10	sa	SD	SF	W	1397	88,36	sa	SD	SF	W	882	22,61	sa	SD	SF	W	2382	94,00	sa	SD	SF	W
Coleoptera	104	5,12	c	D	F	W	22	1,39	ma	D	M F	W	127	3,26	sa	SD	SF	W	19	0,75	ma	D	MF	W
Araneae	49	2,41	c	D	F	W	48	3,04	sa	SD	SF	W	272	6,97	sa	SD	SF	W	76	3,00	sa	SD	SF	W
Blattodea	360	17,72	m a	D	MF	W	76	4,81	sa	SD	SF	W	2028	51,99	sa	SD	SF	W	22	0,87	ma	D	MF	W
Diptera	342	16,83	m a	D	MF	W	13	0,82	c	D	F	Y	480	12,30	sa	SD	SF	W	16	0,63	a	D	MF	Y
Polydesmida	12	0,59	c	D	F	Z	-	-	-	-	-	13	0,33	ma	D	MF	W	-	-	-	-	-	-	-
Julida	1	0,05	d	ND	PF	Z	-	-	-	-	-	2	0,05	c	ND	F	Z	-	-	-	-	-	-	-
Orthoptera	21	1,03	c	D	F	W	15	0,95	a	D	M F	Y	62	1,59	sa	SD	SF	W	4	0,16	c	ND	F	Z
Pseudoscorpiones	-	-	-	-	-	-	3	0,19	c	ND	F	Z	16	0,41	ma	D	MF	Y	2	0,08	d	ND	PF	Z
Lithobiomorpha	3	0,15	d	ND	PF	Z	-	-	-	-	-	13	0,33	ma	D	MF	W	-	-	-	-	-	-	-
Scorpione	-	-	-	-	-	-	1	0,06	d	ND	PF	Z	2	0,05	c	ND	F	Z	1	0,04	d	ND	PF	Z
Mantodea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,03	d	ND	PF	Z	-	-	-	-	-	-	-
Hemiptera	-	-	-	-	-	-	1	0,06	d	ND	PF	Z	3	0,08	C	ND	F	Z	1	0,04	r	ND	PF	Z
Opiliones	-	-	-	-	-	-	5	0,32	c	ND	F	Z	-	-	-	-	-	-	1	0,04	r	ND	F	Z
Thysanoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	0,43	c	D	F	Z
Total	2032	100%					2534	100%					3901	100%				1581	100%					

Programa ANAFAU. A: Abundância – (sa) superabundante; (ma) muito abundante; (c) comum; (d) dispersa; (r) rara. D: Dominância – (SD) superdominante; (D) dominante; (ND) não dominante. F: Frequência: (SF) super frequente; (MF) muito frequente; (F) frequente; (PF) pouco frequente. C: Constância – (W) constante; (Z) acidental; (Y) acessória.

em áreas da presença pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu aponta que a presença dos bovinos provoca evasão da fauna edáfica, visto que a quantidade de forragem é reduzida em função do pastejo e, conseqüentemente, é menor a decomposição da serrapilheira, diminuindo disponibilidade de alimentos para população da fauna edáfica. Ademais, à medida que os dias de pastejo se intensificam, diminuem a cobertura vegetal e aumenta a penetração de luz ao nível de solos, reduzindo a umidade.

A área I, em abril, teve como destaque a ordem Hymenoptera com 1140 indivíduos (56,10%). Sendo esta categorizada como superabundante, superdominante, super-frequente constante. Seguida de Blattodea com 360 indivíduos (17,72%) e Diptera com 342 indivíduos (16,83%). Ambas categorizadas como muito abundantes, dominantes, muito frequente e constante de acordo com o programa ANAFAU. Enquanto às ordens Lithobiomorpha com três indivíduos (0,15%) e Julida com um indivíduo apenas (0,05%) apresentaram uma abundância dispersa, sendo categorizadas como não dominante, pouco frequente e acidental. Durante o mês de outubro as ordens Hymenoptera com 1397 indivíduos (88,36%), Blattodea com 76 indivíduos (4,81%) e Araneae com 48 indivíduos (3,04%) foram categorizadas como superabundante, superdominante, super-frequente e constante para a área. Hemiptera e Scorpione com um indivíduo apenas (0,06%) apresentaram uma abundância dispersa. Sendo categorizadas como não dominante, pouco frequente e acidental (Tabela 4).

Na área II, em abril, às ordens Blattodea com 2028 indivíduos (51,99%), Hymenoptera com 882 indivíduos (22,61%), Diptera com 480 indivíduos (12,30%), Araneae com 272 indivíduos (16,97%), Coleoptera com 127 indivíduos (3,26%) e Orthoptera com 62 indivíduos (1,59%) foram categorizadas como superabundante, superdominante, super-frequente e constante para a área II. Por outro lado, as ordens Scorpione e Julida com dois indivíduos (0,05%), respectivamente e Mantodea com apenas um indivíduo (0,03%) foram categorizadas como constante e não dominante. No que concerne à frequência, Scorpione e Julida foram categorizados como frequentes e Mantodea como pouco frequente. Em relação a constância as ordens citadas acima foram classificadas como acidental. No mês de outubro para a mesma área às ordens Hymenoptera com 2382 indivíduos (94,00%), Araneae com 76 indivíduos (17,72%) foram categorizadas como superabundante, superdominante, super-frequente e constante. Enquanto às ordens Opiliones e Hemiptera com um indivíduo cada (0,04%) foram categorizadas como rara, não dominante, pouco frequente e acidental (Tabela 4).

A superabundância de Hymenoptera nas áreas amostradas pode ser atribuída a grande plasticidade dessa ordem relacionada principalmente à forma de divisão do trabalho desses organismos, sendo possível habitar os mais diversos tipos de habitats (SILVA *et al.*, 2014; MACIEL, 2016; SILVA *et al.*, 2017). De acordo com Azevedo *et al.*, (2015) os representantes dessa ordem apresentam hábitos alimentares generalistas favorecendo uma maior abundância desses organismos em ambientes de pastagens. Além disso, observou-se um grande número indivíduos pertencentes à família Formicidae contribuindo para o alto número de indivíduos capturados para esta ordem. Rezende *et al.* (2017) ao comparar uma área de pastagem com uma área queimada no Maranhão também relatou um maior predomínio de formigas. Resultados semelhantes também foram apontados por Geremia *et al.* (2015) ao estudar pastagens submetidas a fontes de nutrientes orgânicos e mineral. De acordo com Baccaro *et al.* (2015) as formigas são animais extremamente ativas no solo. Assim, a abundância dessa família justifica-se pelo seu comportamento social (SILVA *et al.*, 2020).

De acordo com Dunxião *et al.* (1999), a ordem Hymenoptera em área de pastagens está relacionada a elevada disponibilidade de Fósforo, Potássio e presença de material orgânico. Wink *et al.* (2005) também aponta que as formigas estão estreitamente relacionadas a solos contendo material orgânico e alguns nutrientes (Potássio e Fósforo). No presente estudo a área I apresentou o maior teor de fósforo (n=21,0). Enquanto que para o elemento Potássio os valores tiveram pequenas variações AI (n=136, 57) e AII (138, 93). Observa-se que os altos teores de Potássio associado à sua pequena variação nas áreas I e II esteve relacionada a grande abundância desta ordem registrada para as áreas de estudo (Tabela 4).

A superdominância de Hymenoptera em ambos os tratamentos nos meses de abril e outubro reflete a predominância dessa ordem em relação às demais. De acordo com Chauvel *et al.* (1999) áreas com alta predominância de um único grupo de organismos pode reduzir significativamente o desenvolvimento de pastagens. Assim como a perda de um único grupo de organismos pode causar distúrbios nos sistemas (PERON, 2021). A super-frequência de Hymenoptera em relação às demais ordens também foi relatada por Silva *et al.* (2021) que apontou uma alta frequência para essa ordem em uma área de pastagem, sendo 2,3 vezes superior ao somatório das frequências dos demais grupos, indicando um desequilíbrio nas proporções de indivíduos de um mesmo grupo sobre os demais na comunidade avaliada (Tabela 4).

A ordem Blattodea apresentou uma alta abundância, sendo categorizada como superabundante na área I (outubro) e área II (abril) e muito abundante para área I (abril) e área II (outubro). A alteração na abundância para essa ordem provavelmente está relacionada ao período chuvoso e a rotação dos animais nos tratamentos durante os meses amostrados. Onde a área I (outubro) e área II (abril), encontravam-se em repouso, portanto sem a presença de bovinos e para a área I (abril) e área II (outubro) havia a presença de animais nesses tratamentos o que pode ter influenciado na abundância desses organismos nos tratamentos (Tabela 4).

Blattodea apresenta uma distribuição cosmopolita e tem grande importância no funcionamento do ecossistema, atuando principalmente na fragmentação e decomposição da matéria orgânica e na liberação de nutrientes (GUIMARÃES, 2004; BELL *et al.*, 2007). No presente trabalho, o expressivo número de organismos da ordem Blattodea justifica-se pelo grande número de registros de térmitas. Em ambos os tratamentos foi possível observar um grande número de cupinzeiros o que pode ter contribuído para uma maior taxa de captura desses organismos (Tabela 4). Lourente *et al.* (2007) ao comparar áreas distintas sobre diferentes tratamentos relataram uma alta densidade de térmitas, que correspondeu a 89% dos indivíduos encontrados nesse sistema, refletindo em baixa riqueza de grupos. As térmitas são responsáveis por desempenhar importantes funções ecológicas em ecossistemas tropicais (JOUQUET, 2014). No entanto, a alta densidade de térmitas em pastagens pode estar associada à baixa fertilidade dos solos (FERREIRA *et al.*, 2011), apresentando alta relação carbono/nitrogênio (SANTOS *et al.*, 2008).

A ordem Diptera foi categorizada como muito abundante para área I em pastejo e superabundante para a área II em repouso durante mês de abril (Tabela 4). Rodrigues *et al.* (2016) ao estudar a macrofauna edáfica em diferentes sistemas de pastagens relata uma maior abundância desses indivíduos em áreas sem a presença de animais. No presente estudo, observou-se que a maior abundância de díptera esteve associada ao período chuvoso, sendo esta independente da presença ou ausência de animais na área. Formiga *et al.* (2020) ao comparar a abundância de dípteros nos períodos seco e chuvoso no Cerrado, concluiu que os representantes dessa ordem são mais abundantes no período chuvoso corroborando os dados do presente estudo. Os organismos da ordem Díptera estão presentes na maioria dos habitats, ocupando diversos nichos alimentares, podendo ser parasitas, hematófagos e predadores. Ao atuar em diferentes nichos alimentares, os dípteros desempenham um importante papel ecológico, especialmente como inimigos naturais de vários organismos (CARVALHO *et al.*, 2012). Além disso, alguns

representantes dessa ordem atuam no processo de decomposição da matéria orgânica (ARAÚJO *et al.*, 2018). O desempenho destas funções, especialmente a decomposição da matéria orgânica e ciclagem dos nutrientes torna-se imprescindível para a manutenção dos ambientes de pastagens.

A ordem Araneae foi representada por um grande número de indivíduos em ambas às áreas, sendo classificada como superabundante, super dominante, super frequente, constante para a área I (outubro), área II (abril) e área II (outubro). A maior abundância para esta ordem foi registrada para a área II em abril (período chuvoso) (n=272) indivíduos, quando a mesma encontrava-se em repouso. Em outubro (período seco) para a mesma área quando esta comportava os animais, observou-se um decréscimo no número de indivíduos (n=76) (Tabela 4). Esses dados permitem inferir que a maior abundância de aranhas para a área II em outubro está relacionada ao período chuvoso e a ausência de bovinos na área. Essa constatação pode ser corroborada por Soares *et al.* (2020) que ao estudar a composição e abundância de aranhas de solo no bioma Cerrado apontou um decréscimo na abundância de espécimes coletado na estação chuvosa. Rodrigues *et al.* (2016) ao comparar a macrofauna edáfica em áreas de pastagens apontou uma maior abundância de representantes da ordem Araneae em área de pastagem em repouso em relação a área pastejada corroborando com os dados do presente estudo.

As aranhas são reconhecidas como bioindicadores de qualidade ambiental, por sua extrema sensibilidade em resposta às perturbações naturais e antrópicas e são reconhecidas ainda, como agentes de controle biológico para insetos fitófagos (ROCHA, 2017). Dessa forma, a presença de representantes dessa ordem em áreas de pastagem é extrema importância para a manutenção desses ambientes visto o seu potencial como indicador biológico e sua atuação como regulador de insetos que podem ser considerados pragas em ambientes de pastagens como, por exemplo, os representantes da ordem Hemiptera.

A ordem Coleoptera apresentou o maior número de registros de indivíduos na área II (abril) durante o período chuvoso (n=127), estando a área em descanso. Sendo categorizada como superdominante, super-frequente e constante. Para as áreas I e II (outubro) durante o período seco, esta ordem foi categorizada como muito abundante, dominante, muito frequente e constante. Rodrigues *et al.* (2016) relata uma maior abundância de Coleoptera em áreas de pastagens submetidas a pastejo bovino em relação a área sem presença de animais. Ainda segundo os autores, a maior abundância de Coleoptera em áreas de pastagens está associado a deposição de massas fecais que pode

favorecer a abundância de algumas famílias, como os escarabeídeos. No presente estudo, essa relação não pode ser corroborada, uma vez que as áreas I e II tiveram um número expressivo de representantes dessa ordem em outubro, contudo, enquanto a área I estava em repouso, a área II estava sobre pastejo bovino (Tabela 4). O que sugere a realização de mais estudos com enfoque nos representantes dessa ordem em ambientes de pastagens para uma melhor compreensão acerca da influência do pastejo bovino sobre os organismos da ordem Coleoptera.

A ordem Orthoptera foi considerada superabundante, superdominante, superfrequente e constante apenas para a área II em abril (Tabela 3). De acordo com Rodrigues *et al.* (2016) a presença destes invertebrados quando em número elevado, podem causar danos às plantas forrageiras. Pinheiro (2008), afirma que a ocorrência elevada desses artrópodes pode representar um indicativo de degradação do solo e de perda de sua sustentabilidade. Em pastagens no Bioma Cerrado não foram encontrados trabalhos que considerem esta relação, contudo estudos conduzidos em outros estados, como por exemplo: Amorim *et al.* (2013) relatam a presença de representantes da ordem Orthoptera como uma das espécies mais presentes em área de pastagens de braquiária.

As ordens Polydesmida, Julida e Lithobiomorpha foram exclusivas para as áreas I e II durante o mês de abril (Tabela 4). Observa-se que o período chuvoso exerceu uma influência determinante para o registro dessas ordens nas áreas, sendo esta independente da presença ou ausência de bovino nas áreas. Bussinguer (2018) ao comparar a macrofauna edáfica em diferentes áreas do bioma Cerrado, também relatou a presença de representantes da ordem Polydesmida em áreas de pastagens de diferentes idades durante o período chuvoso corroborando com os dados do presente estudo. A ordem Lithobiomorpha tem preferência por ambientes úmidos sendo encontrada sob a casca de árvores, no solo e em folhço, ocupando serrapilheiras e troncos em estágio de decomposição (RAFAEL, 2012; GREGORY; GIRIBERT, 2007). A serrapilheira compreende o material precipitado ao solo pela biota, incluindo principalmente galhos, folhas, frutos, raízes, flores e resíduos animais (SILVA *et al.*, 2007). Nos ambientes de pastagens, durante o período seco, há um maior acúmulo de serrapilheira em virtude das altas temperaturas e diminuição da pluviosidade. Com a chegada do período chuvoso esses micros habitats tornam-se úmidos favorecendo a presença de indivíduos dessas ordens neste período.

Opiliones foi registrado apenas nas áreas I e II durante o mês de outubro. Dessa forma a menor índice de pluviosidade e o período seco na região pode estar relacionado

ao registro dessa ordem apenas para estas áreas (Tabela 4). Observa-se que a presença ou ausência de bovinos nas áreas I e II não foi um fator determinante. Ribeiro *et al.* (2014) ao comparar diferentes sistemas de produção agrícola relatou a presença dessa ordem apenas em ambientes de pastagem enquanto em área sem pastagem essa ordem não foi registrada.

Thysanoptera foi exclusiva para a área II em outubro (período seco). O registro dessa ordem apenas nesta área pode estar relacionado a maior disponibilidade de matéria orgânica na área durante o período seco. Em relação ao número de indivíduos da ordem Thysanoptera, observa-se que este foi inferior em relação as demais (Tabela 4). Klenk *et al.* (2014) ao comparar diferentes sistemas de produção, também relata um pequeno número de organismos pertencentes a essa ordem em áreas de pastagens, corroborando os dados do presente estudo.

A ordem Mantodea foi registrada apenas na área II em abril (período chuvoso) durante o período a qual a área estava em descanso. O único registro dessa ordem para a área pode ser considerado acidental de acordo com o ANAFAU (Tabela 4).

4.2 Efeito dos fatores físicos (Temperatura e Precipitação) sobre a abundância da macrofauna edáfica nas áreas amostradas

A influência da precipitação sobre a distribuição dos organismos da fauna edáfica pode ser observada de forma mais evidenciada para a área II, onde durante o mês de abril (período chuvoso) o número de indivíduos ($n=3.901$) foi quase duas vezes o total de indivíduos registrados para a mesma área em outubro (período seco) ($n=1.581$) (Tabela 5). De acordo com Giracca *et al.* (2008) os organismos edáficos são fortemente influenciados pela época de coleta. Segundo Lima *et al.* (2020) a macrofauna edáfica sofre alteração na distribuição de táxons influenciada pelo efeito de sazonalidade que contribui para a cobertura vegetal do solo, aumentando a serrapilheira dos ambientes, e consequentemente criando novos habitats para os organismos edáficos.

O maior número de indivíduos para a área II em abril também pode estar associado a variação de temperatura registrada para o solo. Sendo o valor médio $28,7^{\circ}\text{C}$ (período chuvoso) e $37,5^{\circ}\text{C}$ (período seco). Conforme Spiller *et al.* (2018) as atividades exercidas pelos organismos edáficos são influenciadas pela temperatura e umidade do solo e do ar, e que são diretamente condicionadas pela sazonalidade e pelas características inerentes do ambiente que sofre a ocorrência desses organismos. Outro fator que pode estar associado a grande diferença entre o número de indivíduos e a riqueza nos períodos

amostrados está na ausência de bovinos durante o período chuvoso e na presença dos animais durante o período seco na área II (Tabela 5).

Tabela 5. Distribuição do número de indivíduos em função da temperatura (°C) e precipitação (mm) nos meses de abril /2022 e outubro/2022 verificados para as Áreas I e II na Fazenda Experimental Paulo Simão, Caxias-MA.

Meses	Área I			Área II				
	Cond.	NI	Méd. Temp (°C)	Precip. (mm)	Cond.	NI	Méd. Temp (°C)	Precip. (mm)
Abr	Pastejo	2032	29,5	197,8	Repouso	3901	28,7	197,8
Out	Repouso	2354	38,2	9,6	Pastejo	1581	37,5	9,6

Legenda: Condição (cond.); Média da temperatura (Méd. Temp.); Precipitação (Precip).

Em relação à área I a influência da precipitação não pode ser evidenciada. A principal causa para a inversão nesta área pode estar relacionada à presença de bovinos, bem como a atividade de pastoreio durante mês de abril (período chuvoso). Além disso, durante a segunda amostragem em outubro (período seco) esta área encontrava-se em descanso (90 dias). Ao comparar o tempo de descanso desta área em relação a área II em abril (120 dias) observa-se que este período foi inferior (Tabela 5).

Rodrigues *et al.* (2016) ao comparar a Macrofauna edáfica em diferentes sistemas, atribui a menor abundância em sistemas de pastagens a presença dos bovinos provocando a evasão da fauna edáfica. Ainda, segundo o autor, a quantidade de forragem é reduzida em função do pastejo e, conseqüentemente menor é a decomposição da serrapilheira, diminuindo disponibilidade de alimentos para população da fauna edáfica. Assim, à medida que os dias de pastejo se intensificam, diminuem a cobertura vegetal e aumenta a penetração de luz ao nível de solos, reduzindo a umidade. De acordo com Morris (1967), o pastejo intensivo reduz o número de nichos ecológicos para invertebrados, ao remover determinadas estruturas das plantas ou ao impedir o seu completo desenvolvimento.

A ordem Hymenoptera apresentou um expressivo número de indivíduos nas áreas I e II tanto no período chuvoso quanto no período seco (Tabela 6). Tendo em vista que a maior expressividade para esta ordem em ambas áreas nos dois períodos amostrados foi representada por indivíduos da família Formicidae pode-se inferir que a alta plasticidade e os hábitos generalista dessa família contribuiu para o registro dessa ordem nos períodos chuvoso e seco. A alta expressividade de Formicidae em área de pastagem em períodos chuvoso e seco também foi relatada por Lima *et al.* (2020). Conforme os autores, o maior número de representantes desta família nos dois períodos sazonais estar relacionado com a elevada capacidade de adaptação as condições ambientais, sendo a distribuição dos

formicídeos mais representativo no período seco, por apresentar tolerância a temperaturas elevadas e intensificar seu forrageio sobre a vegetação.

Tabela 6. Distribuição das ordens da macrofauna coletados nos meses de abril/2022 e outubro/2022, verificados na Área I e II na Fazenda Paulo Simão, Caxias-MA.

Ordens	Área I		Área II		Total
	Abril/chuvoso (Pastejada)	Outubro/seco (Repouso)	Abril/chuvoso (Repouso)	Outubro/seco (Pastejada)	
Hymenoptera	1140	1397	882	2382	5.801
Coleoptera	104	22	127	19	272
Araneae	49	48	272	76	445
Blattodea	360	76	2028	22	2486
Diptera	342	13	480	16	851
Polydesmida	12	–	13	–	25
Julida	1	–	2	–	3
Orthoptera	21	15	62	4	102
Pseudoscorpiones	–	3	16	2	21
Lithobiomorpha	3	–	13	–	16
Scorpione	–	1	2	1	4
Mantodea	–	–	1	–	1
Hemiptera	–	1	3	1	4
Opiliones	–	5	–	1	6
Thysanoptera	–	–	–	11	11
TOTAL	2.032	2.534	3.901	1.581	10.048

As ordens Coleoptera, Araneae, Blattodea, Diptera e Othoptera apresentaram uma maior abundância no mês de abril (período chuvoso) em relação ao mês de outubro (período seco) (Tabela 6). Lima *et al.* (2020) em seu trabalho também relata uma maior abundância de Araneae e Coleoptera em área de pastagem durante o período chuvoso corroborando os dados do presente estudo.

4.3 Índice de diversidade de Shannon-Weaner (H') e Equitabilidade de Pielou

Em relação a diversidade (índice de Shannon-Weiner H') e uniformidade (Equitabilidade de Pielou), foram consideradas para esta análise as áreas I e II considerando os períodos (seco e chuvoso) e o tipo de armadilha empregado (Provid e Pitfall) (Tabela 7).

No geral, as áreas I e II apresentaram os maiores valores para os índices de Shannon (H') e Equitabilidade de Pielou (J) durante o mês de abril (período chuvoso) (Tabela 7). Os maiores valores do índice de Shannon indicam que a maior diversidade de táxons e maior entropia registradas para as áreas I e II ocorreu no período chuvoso. Enquanto os maiores valores para a Equitabilidade indicam uma maior uniformidade na

distribuição de táxons para as áreas I e II neste período. Observou-se que o período chuvoso exerceu uma forte influência na diversidade e uniformidade da comunidade da macrofauna edáfica nas áreas. Moço *et al.* (2005) também verificaram que as épocas de coleta influenciam a variação de densidade de fauna, riqueza de espécies, índice de Shannon e índice de Pielou, sendo a maior variação verificada em abundância de espécies.

Tabela 7. Índices de diversidade Shannon-Weiner (H') e Equitabilidade de Pielou (J) verificados para na Área I (pastejada), Área I (repouso) e Área II (pastejada), Área II (repouso) nos meses de abril (período chuvoso) e outubro (período seco) na Fazenda Experimental Paulo Simão, Caxias-MA

Índice	Área I				Área II			
	Abril (pastejada)		Outubro (repouso)		Abril (repouso)		Outubro (pastejo)	
	Pit	Prov	Pit	Prov	Pit	Prov	Pit	Prov
NI	2901	990	571	1009	1406	626	1079	1455
Shannon (H')	1,10	1,44	0,94	0,22	1,37	1,36	0,37	0,26
Equitabilidade (J)	0,53	0,66	0,45	0,10	0,53	0,59	0,21	0,12

Os menores valores para os índices de Shannon (H') e Equitabilidade de Pielou (J) nas áreas (I e II) em outubro pode estar associado ao período seco com baixos índices pluviosidade nas áreas. Os menores valores para o índice de Shannon (H') e equitabilidade (J) corresponde a maior dominância de um ou mais grupos na comunidade (PASQUALIN *et al.*, 2012; ALMEIDA *et al.*, 2015). Portanto, quanto maior a dominância, menor a diversidade para uma determinada comunidade (BEGON *et al.*, 1996; SOMERFIELD *et al.*, 2008).

Em relação às armadilhas empregadas no presente estudo (Provid e Pitfall) observou-se que para a área I em abril, o maior valor para o índice de Shannon (H') e uniformidade (J) foi registrado para a armadilha do tipo Provid ($H'=1,44$; $J=0,66$) o que representa uma maior diversidade de táxons e maior entropia registradas por essa armadilha para a ár(Tabela 7). Para a área II em abril, o índice de Shannon registrou semelhança na eficiência entre as armadilhas Pitfall ($H'=1,37$) e Provid ($H'=1,36$), sendo confirmado pelo índice de equitabilidade (uniformidade), que apresentou para a armadilha Pitfall ($J=0,53$) e para armadilha Provid ($J=0,59$). Rezende *et al.* (2017) relataram um índice H' de 1,22 e índice J de 0,32 para uma área de pastagem. Conforme os autores, esses valores podem ser classificados como baixos, representando uma baixa biodiversidade e uma baixa uniformidade para áreas de pastagens. No presente estudo, observa-se que tanto o índice H' quanto J foram superiores ao relatado pelos autores, sugerindo alta biodiversidade para a área.

4.4 Riqueza observada e Curva de acumulação

A riqueza observada e a riqueza obtida pelos estimadores variaram entre os tipos de armadilhas empregados e o período de amostragem em cada área (Tabela 8).

Tabela 8: Estimadores de riqueza das ordens da macrofauna edáfica verificados na verificados para na Área I (pastejada e repouso) e Área II (pastejada e repouso) nos meses de abril (período chuvoso) e outubro (período seco) na Fazenda Experimental Paulo Simão, Caxias-MA.

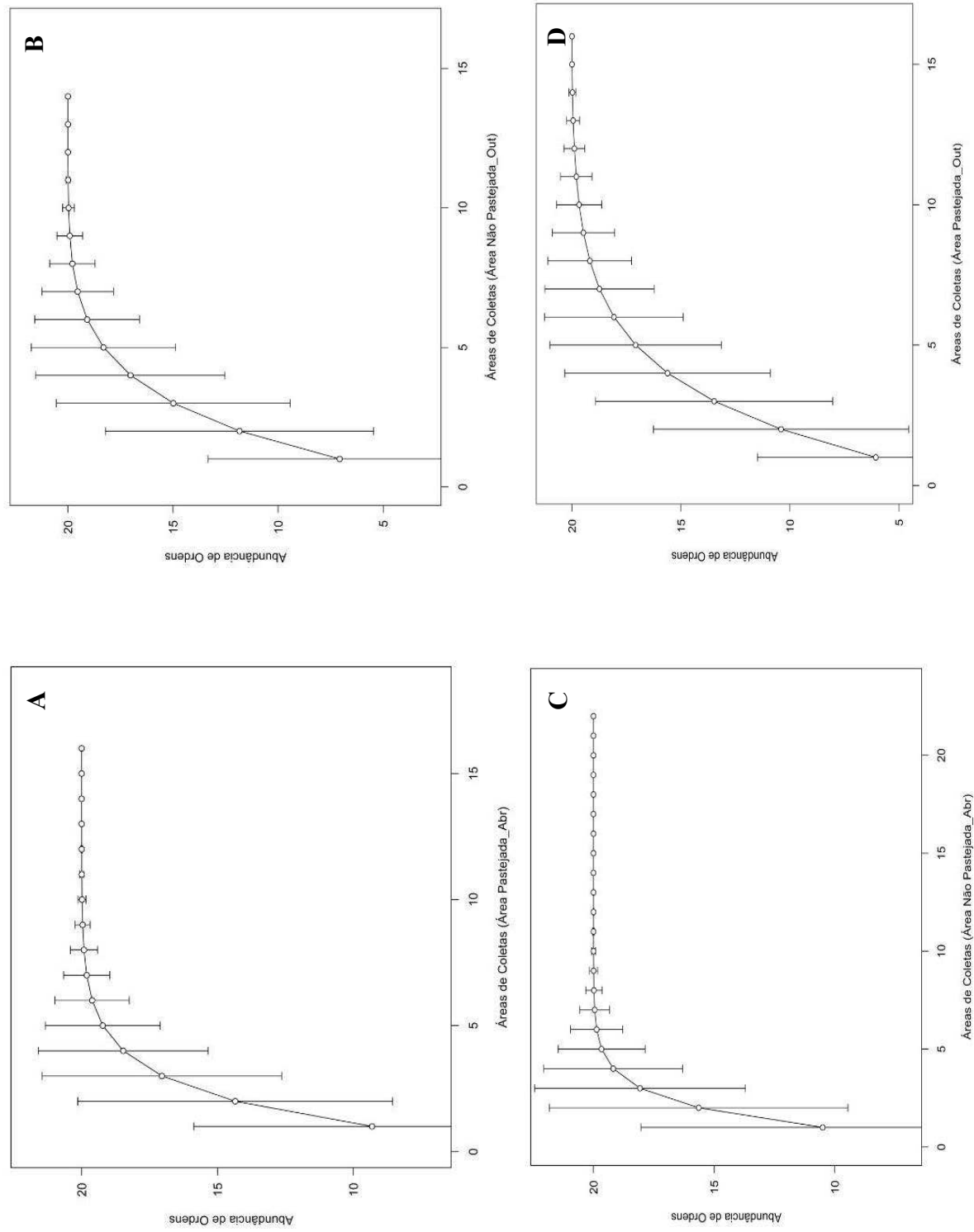
Estimadores	Área I				Área II			
	Abril (pastejada)		Outubro (repouso)		Abril (repouso)		Outubro (pastejada)	
	Pit	Prov	Pit	Prov	Pit	Prov	Pit	Prov
Riqueza observada	8	9	8	9	13	10	6	9
Jacknifer 1	8	10,9	9,9	9,95	14,9	11,9	6	10,9
Chao 1	8	10	9	9	13,5	11	6	9,33
Margalef (I)	0,94	1,24	1,15	1,97	1,67	1,15	0,90	1,67

Em relação a armadilha Pitfall, considerando as áreas I (abril) e área II (outubro), observou-se que a riqueza amostrada foi igual a riqueza obtida pelos estimadores (Tabela 8). Onde, na área I a riqueza observada (n=8) foi igual a riqueza apontada dos estimadores Jacknifer 1 e Chao 1 (n=8). Na área II (outubro) a riqueza amostrada (n=6) também igual a riqueza pontada pelos estimadores Jacknifer 1 e Chao I (n=6).

A maior riqueza observada para as armadilhas Pitfall e Provid foi registrada para na área II, em abril (Tabela 8). O índice de Margalef apontou uma maior riqueza para a armadilha Pitfall (J=1,67) em relação a armadilha Provid (J=1,15). O estimador Jacknifer 1 obteve 14,9 ordens para a armadilha Pitfall e 11,9 ordens para Provid. Enquanto o estimador Chao1 obteve 13,5 e 11 ordens para as armadilhas Pitfall e Provid respectivamente. Assim, seria possível encontrar 1,9 ordens a mais para cada armadilha segundo o estimador Jacknifer 1. Utilizando a estimativa do Chao 1 seria ainda possível encontrar 0,5 ordens para a armadilha Pitfall e 1 ordem a mais para armadilha Provid considerando a área II em abril. De acordo Srбек-araujo; Chiarelo (2007) as espécies possuem um padrão de distribuição de acordo com a capacidade específica de utilização do habitat. Assim, para se registrar todas as espécies presentes em determinado habitat é necessário um esforço amostral muito grande na área amostrada. Embora o sucesso de captura esteja correlacionado com o esforço de amostragem, fatores intrínsecos do local de estudo podem influenciar na obtenção dos registros.

Considerando as áreas amostradas nos períodos seco e chuvoso, observou-se que as curvas de rarefação atingiram a assíntota (Figura 4). Cabe ressaltar que durante o período chuvoso, as áreas I e II em abril apresentaram maior estabilização da curva de rarefação (Figura 4 A e C) em relação ao período seco (Figura 4 B e D). A estabilização da curva de acumulação de ordens indica suficiência amostral para estas áreas

Figura 4: Curvas de acumulação das ordens da macrofauna edáfica. **A-** Área I (pastejada/abril); **B-** Área I (repouso/outubro); **C-** Área II (repouso/abril) e **D-** Área II (pastejada/outubro).



5 CONCLUSÃO

Após realizar esse trabalho, foi possível chegar as seguintes conclusões:

- ✓ O tempo de descanso (repouso) em áreas de pastagens é importante para o restabelecimento, bem como o aumento da abundância da macrofauna;
- ✓ A maior abundância de organismos para as áreas I e II foi registrado durante o período de repouso;
- ✓ A ordem Hymenoptera foi registrada nas duas áreas de estudos nos dois períodos amostrados sendo categorizada como superabundante, superdominante, super-frequente e constante;
- ✓ A precipitação pluvial e o pastejo animal exerce influência sobre riqueza e diversidade da macrofauna nas áreas de estudo;
- ✓ As áreas I e II apresentaram maior diversidade de táxons e uniformidade durante o período chuvoso;
- ✓ A maior diversidade táxons e entropia apontada pelo índice de Shannon foi obtido para a armadilha Provid
- ✓ A maior riqueza observada e obtida pelos estimadores foi registrada para a armadilha Pitfall;
- ✓ As curvas de acumulação de ordens para as áreas I e II nos períodos seco e chuvoso atingiram a assíntota indicam suficiência amostral para as áreas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. A. X.; SOUTO, J. S.; ANDRADE, A. P. Sazonalidade da macrofauna edáfica do Curimataú da Paraíba, Brasil. **Revista Ambientia**, v. 11, n. 2, p. 393–407, 2015.
- AMORIM, I. A.; RODRIGUES, D.M. Levantamento de artrópodes da superfície do solo em área de pastagem no assentamento Alegria, Marabá - PA. **Revista Agroecossistemas**, v.5, n.1, p.62-67, 2013.
- ANDREW, N. R.; HUGHES, L. Diversity and assemblage structure of phytophagous Hemiptera along a latitudinal gradient: predicting the potential impacts of climate change. **Global Ecology and Biogeography**, v.14, p.249-262, 2005
- ANTONIOLLI, Z. I.; CONCEIÇÃO, P. C.; BOOK, V.; PORT, O.; SILVA, D. M.; SILVA, R. F. Método alternativo para estudar a fauna do solo. **Ciência Florestal**, v.16, n. 4, p. 407-417, 2007.
- ARAÚJO, C. C.; NOMELINI, Q. S. S.; PEREIRA, J. M.; LIPORACCI, H. S. N.; KATAGUIRI, V. S. Comparação da abundância de invertebrados de solo por meio da estimação intervalar encontrados em diferentes ambientes na cidade de Ituiutaba – MG. **Bioscience Journal**, v.26, n 5, p.817-823, 2010.
- ARAÚJO, E. C. G.; SILVA, T. C.; LIMA, T. V.; SANTOS, N. A. T.; BORGES, C. H. A. Macrofauna como bioindicadora de qualidade de solo para a agricultura convencional e agroflorestal. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.14, p. 108-116, 2018.
- BACCARO, F. B.; FEITOSA, R. M.; FERNADEZ, F.; FERNANDES, I. O.; IZZO, T. O.; SOUZA, J. L. P.; SOLAR, R. **Guia para os gêneros de formigas do Brasil**. Manaus: Editora INPA, 2015. 388 p.
- BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; MAFRA, Álvaro L.; WILDNER, L. do P.; MIQUELLUTI, D. J. Fauna edáfica avaliada por armadilhas e catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.2, n.2, p.97-106, 2003.
- BARETTA, D., SANTOS, J. C. P., SEGAT, J. C., GEREMIA, E. V., DE OLIVEIRA FILHO, L. C. I., ALVES, M. V. Fauna edáfica e qualidade do solo. *In*: KLAUBERG FILHO, O., MAFRA, A. L., GATIBONI, L. C. (Eds), **Tópicos especiais em ciência do solo**, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 2011, pp. 141-192.
- BARTHOLOMEU, D. B. Análise das Emissões de GEE, ameaças e oportunidades para o setor agropecuário brasileiro. *In*: Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. 8., 2009, Cuiabá. **Anais [...]** Cuiabá: USP, 2009.
- BATISTA, I.; CORREIA, M. E. F.; PEREIRA, M. G.; BIELUCZYK, W.; SCHIAVO, J. U. M. A.; ROUWS, J. R. C. Frações oxidáveis do carbono orgânico total e macrofauna edáfica em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p.797-809, 2014.
- BELL, W. J.; ROTH, L. M.; NALEPA, C. A. **Cockroaches**. Ecology, Behavior and Natural History. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2007, 230 p.
- BROW, G. G.; FRAGOSO, C.; BAROIS, I.; ROJAS, P.; PATRÓN, J. C.; BUENO, J.; MORENO, A. G. LAVELLE, P.; ORDAZ, V.; RODRÍGUEZ, C. Diversidad rol funcional de la macrofauna edáfica em los ecosistemas tropicales mexicanos. **Acta Zoologica Mexicana**, p. 79-110, 2001.

BROW, G. G.; NIVA, C. C.; ZAGATTO, M. R. G.; FERREIRA, S. A.; NADOLNY, H. S.; CARDOSO, G. B. X.; SANTOS, A. Biodiversidade da fauna de solo e sua contribuição para os serviços ambientais. *In*: PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B. de; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. (Orgs.). **Serviços florestais em sistemas agrícolas e florestais do bioma Mata Atlântica**. Brasília: Embrapa, 2015, p. 122-145.

BUNEMANN, E. K.; BONGIORNO, G.; BAI, Z.; CREAMER, R. R.; DEYN, G.; GOEDE, R.; FLESKENS, L.; GEISSEN, V.; KUIPER, T. W.; MADER, P.; PULLEMAN, M.; GROENIGEN, J. W. V.; BRUUSSARD, L. Soil quality-A critical review. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 120, p. 105-125, 2018.

COLWELL, R. K. **Estimates**: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. 2013. Disponível em: <https://www.robertkcolwell.org/pages/estimates>. Acesso em: 01 Jun. 2023.

BUSSINGUER, A. P. **Efeito de diferentes usos do solo no Cerrado sobre a composição da fauna edáfica**. 2018. Doutorado (Doutorado em Ciências Florestais)-Universidade Nacional de Brasília, Brasília-DF, 2018.

CARVALHO, C. J. B.; RAFAEL, J. A.; COURI, M. S.; SILVA, V. C. Diptera Linnaeus, 1758. *In*: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B.; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, R. (Eds.). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012. p.701-743.

CHAUSSOD, R. La qualité biologique des sols: évaluation et implications. **Étude et Gestion des Sols**, v. 3, p. 261-278, 1996.

CHERUBIN, M. R.; EITELWEINT, M.T.; FABBRIS, C.; WEIRICH, S. W.; SILVA, R.F.; SILVA, V. R.; BASSO, C. J. Qualidade física, química e biológica de um Latossolo com diferentes manejos e fertilizantes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 2, p. 615- 625, 2015.

COLWELL, R. K. **EstimateS Version 7: Statistical estimation of species richness and shared species from samples** [Software user's guide]. 2004. Acesso em: 01 Mar. 2023.

DANGERFIELD, J.M. DANGERFIEL, T. S.; ELLER, W. N. THE MOUND-BUILDING TERMITE *Macrotermes michaelseni* as an ecosystem engineer. **Journal of Tropical Ecology**, v.14, p.507-520, 1998.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das Pastagens no Brasil**. Belém – PA; Embrapa Amazônia Oriental. 2014. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/986147/1/DOC402.pdf>. Acesso em 20 Jul. 2022.

DUNXIÃO, H.; CHUNRU, H.; YALING, X.; BANWANG, H.; LIYUAN, H.; PAOLETTI, M.G. Relationship between Soil Arthropods and Soil Properties in a Suburb of Qianjiang City, Hubei, China. **Critical Reviews in Plant Science**, v.18, p. 467-473, 1999.

ELIEA, F.; VINCENOTA, L.; BERTHEB, T.; QUIBELA, E.; ZELLERC, B.; SAINT ANDRÉC, L.; NORMANDA, M.; CHAUVATA, M.; AUBERT, M. Soil fauna as bioindicators of organic matter export in temperate forests. **Forest Ecology and Management**, v.429, p.549-557, 2018.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.

FERRO, C. E. **Diversidade de aranhas (Araneae) de solo de uma área de mata ciliar, junto ao rio Ibicuí-Mirim, em Itaara, Rio Grande do Sul, Brasil**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução da Biodiversidade) -Universidade Pontifícia Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008.

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

FERREIRA, E. V. O.; MARTINS, V.; INDA JUNIOR, A. V.; GIASSON, E.; NASCIMENTO, P. C. Ação dos Termitas no solo. **Ciência Rural**, v. 45, n. 4, p. 804-811, 2011.

FERREIRA, C. R.; GUEDES, J. N.; ROSSET, J. S.; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G. Diversity of the edaphic macrofauna in áreas managed under no-tillage for different periods. **Semina: Ciências Agrárias**, v.40, n.2, p.599-610, 2019.

FORMIGA, L. D. A. S.; OLIVEIRA, J. S.; GONÇALVES, M. V. P.; LIMA, F. O.; MARTINS, A. E. S.; RODRIGUES, J. C.; SOARES, F. I. L.; MOREIRA, J. O. Estudo da etomofauna de Diptera em área de Proteção Ambiental do Maranhão. **Revista de Geociências do Nordeste**, v.6, p.257-265, 2020.

FREITAS, M. A.; SILVA, T. F. **Guia ilustrativo: a herpetofauna das caatingas e áreas de altitudes do nordeste brasileiro**. Pelotas: USEB, 2007.

FROUZ, J. Effects of soil macro and mesofauna on litter decomposition and soil organic matter stabilization. **Geoderma**, v.332, p.161-172, 2017

GEREMIA, E. V.; SEGAT, J. C.; FACHINI, I. A.; FONSECA, E. O.; BARETTA, D. Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia do Arroio Lino, Agudo/RS. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.9, n.3, p.257-261, 2015

GIL-SOTRES, F.; TRASAR-CEPEDA, C.; LEIRÓS, M.C.; SEOANE, S. Different approaches to evaluating soil quality using biochemical properties. **Soil Biology and Biochemistry**, v.37, p.877-887, 2005.

GIRACCA, E. M. N.; ANTONIOLLI, Z. I.; ELTZ, F. L. F.; BENEDETTI, E.; LASTA, E.; VENTURINI, S. F.; VENTURINI, E. F.; BENEDETTI, T. Levantamento da Meso e Macrofauna do Solo na Microbacia do Arroio Lino, Agudo, RS. **Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas**, v.9, n.3, p.257-261, 2003.

GIRACCA, E. M. N.; ANTONIOLLE, Z. I.; ELTZ, F. L. F.; BENEDETTI, E.; LASTA, E.; VENTURINI, S. F.; EVANDRO, F.; BENEDETTI, T. Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia do Arroio Lino, Agudo/RS. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.9, n.3, p.257-261, 2008.

GOÉS, Q. R.; BARBOSA, B. W.; BOLIGON, A. A.; LORENTZ, L. H.; VIEIRA, F.C.B.; WEBER, M. A. Suficiência amostral para avaliação amostral da fauna epiedáfica com o método provid. **Ciência Florestal**, v.29, n. 1, 2019.

GREGORY D, GIRIBERT G. Evolutionary biology of centipedes (Myriapoda: Chilopoda). **Annu Rev Entomol**, v.52, p.151-70, 2007.

GUIMARÃES, J. H. Baratas: manejo integrado em áreas urbanas. **Agroquímica**, v.25, p.20-24, 1984.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agro 2017**. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.org.br/templatescenso_agro/resultadosagro/pecuaria.html. Acesso em: 20 Jul. 2022.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agropecuária**. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria>. Acesso em: 20 Jul. 2022.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasil /Maranhão /Caxias**. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/caxias/panorama>. Acesso em: 20 Jul. 2022.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em: 30 Jun. 2023.

KAMAU, S. Soil macrofauna abundance under dominant tree species increases a long a soil degradation gradient. **Soil Biology and Biochemistry**, v.112, p.35-46, 2017.

KARLEN, D. L. Soil health: the concept, its role, and strategies for monitoring. *In*: WALL, D. H.; BARDGETT, R. D.; BEHAN-PELLETIER, V. **Soil ecology and ecosystem services**. Oxford: Oxford University Press, 2012, p. 331–336.

KLENK, L. A.; ZAEDANEASK, M. A. C.; MOTTA, A. C.; CONSALTER, R.; RICHETER, A. S.; BORGES, E. Macrofauna invertebrada edáfica em pastagem sul brasileira sob diferentes preparos orgânicos. **Comunicata Scientia**, v.5, n.3, p. 339-348, 2014.

KRAFT, L. **Indicadores biológicos de qualidade do solo e suas relações com produtividade de soja (*glycine max L.*) no oeste catarinense**. 2018. Dissertação (mestrado acadêmico) –Universidade do Estado de Santa Catarina. Lages, 2018.

KULKARNIA, S. S.; DOSDALLA, L. M.; SPENCEB, J. R.; WILLENBORGC, C. J.. Field density and distribution of weeds are associated with spatial dynamics of omnivorous ground beetles (Coleoptera: Carabidae). **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.236, p.134-141, 2017.

LEHMANN, J.; BOSSIO, D. A.; KÖGEL-KNABNER, I.; RILLIG, M. C. The concept and future prospects of soil health. **Nature Reviews Earth & Environment**, v. 1, p. 544 553, 2020.

LIMA, S. S.; AQUINO, A. M.; LEITE, L. F. C., VELÁSQUEZ, E. E.; LAVELLE, P. Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 3, p. 322-331, 2010.

LIMA, C. S.; DALZUCHIO, M. S.; SILVA, E. F.; PÉRICO, E. Macrofauna edáfica e sua relação com sazonalidade em sistema de uso do solo, bioma Cerrado. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.2, p.1-13, 2020.

LIMA, J. S.; CABRAL, M. J. S.; SILVA, J. D.; ROZENDO, J. M. A.; SANTOS, C. B. Diversidade de aranhas em área remanescente de Mata Atlântica, na vila Bananeira, zona rural de Arapiraca, agreste Alagoano. **Revista Ambientale**, v. 11, n.2, p.1-12, 2019.

- MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade biológica**. Curitiba: Editora da UFPR, 2011.
- MANHÃES, C. M. C.; FRANCELINO, F. M. A. Estudo da inter-relação da qualidade do solo e da serrapilheira com a fauna edáfica utilizando análise multivariada. **Nucleus**, v. 9, n. 2, p. 21- 32, 2012.
- MARCHÃO, L. R.; LAVELLE, P.; CELINI, L.; BALBINO, L. C.; LOURIVAL, V.; BECQUER, T. Soil macrofauna under integrated crop-livestock systems in a Brazilian Cerrado Ferralsol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.8, p.1011-1020, 2009.
- MATSUMOTO, L. S; MARQUES, R. D. Bioindicadores de qualidade do solo, Cascavel – Paraná. *In*: IV Reunião Paranaense de Ciência de Solo, 2015, Cascavel. **Anais [...]** Cascavel: UNIOESTE, 2015.
- MELO, F. V.; BROWN, G. G.; CONSTANTINO, R.; LOUZADA, J. N. C.; LUIZÃO, F. J.; MORAIS, J. W.; ZANETTI, R. A. importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. **Boletim Informativo da SBCS**, p. 38-43, 2009.
- MOÇO, M. K. S.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região nortebfluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.4, p.555-564, 2005.
- MURPHY, S. M.; LEWIS, D.; WIMP, G. M. Predator population size structure alters consumption of prey from epigeic and grazing food webs. **Oecologia**, v.192, p.791-799, 2020.
- OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; FILHO, O. K.; BARRETA, D.; TANAKA, C. A. S.; SOUSA, J. P. Collembola Community Structure as a Tool to Assess Land Use Effects on Soil Quality. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, p. 1-18, 2016.
- PARENTE, H. N; MAIA, M. O. Impacto do pastejo sobre a compactação dos solos com ênfase no Semiárido. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**. v.5, n.3, 2011.
- PASQUALIN, L. A.; DIONÍSIO, J. A.; ZAWADNEAK, M. A. C.; MARÇAL, C. T. Macrofauna edáfica em lavouras de cana-de-açúcar e mata no noroeste do Paraná – Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.1, p.7-18, 2012.
- PAZ-FERREIRO, J.; FU, S. Biological indices for soil quality evaluation: perspectives and limitations. **Land Degradation & Development**, v. 27, p. 14-25, 2016.
- PEÑA-PEÑA, K.; IRMLER, U. Moisture seasonality, soil fauna, litter quality and land use as drivers of decomposition in Cerrado soils in SE-Mato Grosso, Brazil. **Applied Soil Ecology**, v.107, p.124-133, 2016.
- PEREIRA, R. de C.; ALBANEZ, J. M.; MAMÉDIO, I. M. P. Diversidade da meso e macrofauna edáfica em diferentes sistemas de manejo de uso do solo em Cruz das Almas-BA. **Revista Magistra**, v.24, p. 63-76, 2012.
- RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R; CARVALHO, C. J. B.; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, R. **Insetos do Brasil: Diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012, 810p.
- RAMOS, E. C. **Avaliação da qualidade do solo em sistemas de pastagem extensiva e rotacionada**. 2018. Dissertação (Mestrado em Agrossistemas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

R Core Team (2016). R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Disponível em: <https://www.R-project.org>. Acesso em: 13 Mar. 2023.

REIS, A. B. S. **Estudos de índices de diversidade como descritores de textura para classificação de imagens de faces**. 2012. Dissertação (Mestrado em Eletricidade) – Universidade Federal do Maranhão. São Luís, 2012.

NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE (NRCS) 2022. **Soil Health**. Disponível em: <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/soils/health>. Acesso em: 27 fev. 2023.

REZENDE, L. P.; PORTELA, G. F.; MACEDO, N. C.; DINIZ, K. D. Identificação da macrofauna do solo em pastagem de *Panicum maximum* Jacq. e área submetida à queimada no município de Sambaíba-MA. **Biodiversidade**, v.16, n.1, p. 155-166, 2017.

RIBEIRO, T. R.; CARVALHO, J. S.; STÖCKER, C. M.; KUNDE, R. S.; DA SILVA, J. L. S.; LIMA, A. C. R. Avaliação da macrofauna edáfica quanto a sua abundância, riqueza e diversidade em sistemas de integração lavoura pecuária em terras baixas do Pampa. In: XXIII Congresso de Iniciação Científica da Universidade de Pelotas, 2014. Pelotas, **Anais [...]** Pelotas: UFPEL, 2014.

RODRIGUES, M. J. A.; TAVARES, A. V.; ARAÚJO, C. R.; MAGLHÃES, J. A.; TEODORO, M. S.; COSTA, N. L. Fauna edáfica em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril com coqueiros. **Cadernos de Agroecologia**, v.11, n.2, p. 1-12, 2016.

ROMEIRO, A. Apresentação. In: PARRON, E. U. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B.; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. **Serviços ambientais em sistemas de sistemas agrícolas e florestais fazer Bioma mata Atlântica**. Brasília, D. F: Embrapa, 2015. pág. 20. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1024082>. Acesso em: 25 Mar. 2023.

SANTOS, G. G. *et al.* 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.

SANTOS, D. V. **Uma generalização da distribuição do índice de diversidade generalizado por good com aplicação em ciências agrárias**. 2009. Dissertação (mestrado em Biometria e Estatística Aplicada) – Universidade Rural de Pernambuco. Recife, 2009.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; DOS ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ªed. Brasília: Embrapa, 2018. 356 p.

SRBEK-ARAUJO, A. C.; CHIARELLO, A. G. Armadilhas fotográficas na amostragem de mamíferos: considerações metodológicas e comparação de equipamentos. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.24, n.3, p.647-656, 2007.

SCHLESINGER, S. **Onde pastar? O gado bovino no Brasil**. Rio de Janeiro: Fase, 2010, 112 p.

SHUKLA, R. K.; SINGH, H.; RASTOGI, N.; AGARWAL, V. M. Impact of abundant Pheidole ant species on soil nutrients in relation to the food biology of the species. **Applied Soil Ecology**, v.71, p.15-23, 2013.

SILVA, R. F.; AQUINO, A. M.; NERCANTE, F. M.; GUIMARÃES, M. F. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção de latossolo da Região do Cerrado. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.1, p. 697-704, 2006.

SILVA, H. A.; KOEHLER, H. S.; MORAES, A.; GUIMARÃES, V. D.; HACK, E.; CARVALHO, P. C. F. Análise da viabilidade econômica da produção de leite a pasto e com suplementos na região dos Campos Gerais – Paraná. **Ciência Rural**, v.38, p.445-450, 2008.

SILVA, L. N.; AMARAL, A. A. A amostragem da mesofauna e macrofauna de armadilha de queda. *Revista verde*, v.8, p.108-115, 2013.

SILVA., P. M.; CARVALHO, F.; DIRILGEN, T.; STONE, D.; CREAMER, R.; BOLGER, T.; SOUSA, J. Traits of collembolan life-form indicate land use types and soil properties across an European transect. **Applied Soil Ecology**. v.97, p. 9-77, 2016.

SILVA, L. C. S.; SILVA, A. P. S.; ARAÚJO, K. D.; LIRA, E. S.; GOMES, D. L.; SANTOS, A. Macrofauna edáfica em duas profundidades em ambiente de Pastagem e Caatinga, no Semiárido Alagoano. *In: XVI Encontro Regional de Agroecologia do Nordeste*, 1., Alagoas. **Anais [...]** Alagoas: Revista Craibeiras de Agroecologia, 2017.

SILVA, M. O.; VELOSO, C. L.; NASCIMENTO, D. L. OLIVEIRA, J.; PEREIRA, D. F.; COSTA, K. D. S.; Indicadores químicos e físicos de qualidade do solo. **Brazilian Journal of Development**, v 6, n.7, p.47838-47855, 2020.

SILVA, M. O.; SANTOS, M. P.; SOUSA, A. C. P.; SILVA, R. L. V.; MOURA, L. A. A.; SILVA, R. S.; COSTA, K. D. S. Qualidade do solo: indicadores biológicos para um manejo sustentável. Soil quality: biological indicators for sustainable management. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.1, p. 6853-6875, 2021.

SILVA, L. N.; AMARAL, A. A. Amostragem da mesofauna e macrofauna de solo com armadilha de queda. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, n.5, p.108-115, 2013.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Ceres, 1976, 419p.

SOARES, F. I. L. S.; SOARES, L. A. L.; REIS, L. L.; MARTINS, A. E. S.; RODRIGUES, J. C.; BRESOVITA, A. D.; FORMIGA, L. D. A. Estudo da composição e abundância de aranhas (Arachnida: Araneae) de solo em duas fitofisionomias do Cerrado, Maranhão, Brasil. **Revista de Geociências do Nordeste**, v.6, n.2, p.95-105, 2020.

SOUZA, M. H.; VIEIRA, B. C. R.; OLIVEIRA, A. P. G.; AMARAL, A. A. Macrofauna do Solo. **Revista Enciclopedia Biosfera Centro Científico Conhecer**, v. 11, n. 22, p. 115, 2015.

SOUZA, J. T. A.; FARIAS, A. A.; FERREIRA, R. C. C.; OLIVEIRA, S. J. C.; CAVALCANTE, L. F.; FIGUEIREDO, L. F.; CORREIA, F. G. Macrofauna edáfica em

três ambientes diferentes na região do Cariri Paraibano, Brasil. **Revista Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 1, p. 94-99, 2016.

SOUSA, J. A. **Comunidade de artrópodes de serrapilheira em uma área de Cerrado do Nordeste do estado do Maranhão, Brasil**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura e Bacharel em Ciências Biológicas) -Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2016.

SOUZA, J. T. A.; FARIAS, A. A.; FERREIRA, R. C. C.; OLIVEIRA, S. J. C.; CAVALCANTE, L. F.; FIGUEIREDO, L. F.; CORREIA, F. G. Macrofauna edáfica em três ambientes diferentes na região do Cariri Paraibano, Brasil. **Revista Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 1, p. 94-99, 2016.

VIEIRA, H. C. A.; OLIVEIRA, R. R.; SILVA, M. L. A.; SILVA, D. L. S.; CONCEIÇÃO, G. M.; OLIVEIRA, H. C. Briófitas de ocorrências em São João do Sóter, Maranhão, Brasil. **Acta Brasiliensis**, v.1, n.2, p.8-12, 2017.

WINK, C.; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K.; ROVEDDER, A. P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de ciências agroveterinárias**, v.4, n.1, p.60-71. 2005.