



**Uema**  
UNIVERSIDADE ESTADUAL  
DO MARANHÃO

**CAMPUS CAXIAS**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA E BIOLOGIA**  
**CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS LICENCIATURA**

**RODRIGO DE SOUZA FURTADO**

**EFEITO DA ANTROPIZAÇÃO SOBRE A DIVERSIDADE DA MACROFAUNA  
EDÁFICA EM DIFERENTES ÁREAS DO MUNICÍPIO DE CAXIAS-MA**

**CAXIAS-MA**

**2024**

**RODRIGO DE SOUZA FURTADO**

**EFEITO DA ANTROPIZAÇÃO SOBRE DIVERSIDADE DA MACROFAUNA  
EDÁFICA EM DIFERENTES ÁREAS DO MUNICÍPIO DE CAXIAS-MA**

Monografia apresentada ao Colegiado do Curso de Ciências Biológicas - Licenciatura do Centro de Estudos Superiores de Caxias, Universidade Estadual do Maranhão (CESC/UEMA), como parte dos requisitos para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

**Orientador:** Prof. Dr. Caleb Califre Martins

**Coorientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luiza Daiana Araújo da Silva Formiga

**CAXIAS-MA**

**2024**

F992e Furtado, Rodrigo de Souza

Efeito da antropização sobre a diversidade da macrofauna edáfica em diferentes áreas do município de Caxias-MA / Rodrigo de Souza Furtado. \_\_Caxias: Campus Caxias, 2024.

41f.

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

Orientador: Prof. Dr. Caleb Califre Martins.

Coorientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Luiza Daiana Araújo da Silva Formiga.

Título. 1. Macroinvertebrados; 2. Solo; 3. Conservação. 4. Pifall. I.

CDU 631.4

**EFEITO DA ANTROPIZAÇÃO SOBRE DIVERSIDADE DA MACROFAUNA  
EDÁFICA EM DIFERENTES ÁREAS DO MUNICÍPIO DE CAXIAS-MA**

---

Rodrigo de Souza Furtado

Aluno

---

Prof. Dr. Caleb Califre Martins

Orientador

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luiza Daiana Araújo da Silva Formiga

Coorientadora

**CAXIAS-MA**

**2024**

**RODRIGO DE SOUZA FURTADO**

**EFEITO DA ANTROPIZAÇÃO SOBRE DIVERSIDADE DA MACROFAUNA  
EDÁFICA EM DIFERENTES ÁREAS DO MUNICÍPIO DE CAXIAS-MA**

Monografia apresentada ao colegiado do curso de Ciências Biológicas Licenciatura, do Centro de Estudos Superiores de Caxias, da Universidade Estadual do Maranhão (CESC/UEMA), como parte dos requisitos para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Caxias, 20 de fevereiro de 2024

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Caleb Califre Martins

Universidade Estadual do Maranhão, CESC, Caxias, MA, Brasil.

---

Ms. José Clemensou dos Reis Júnior

Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC, Ilhéus, BA, Brasil.

---

Prof. Dr. Fabiano Stefanello

Universidade Estadual do Maranhão, CESC, Caxias, MA, Brasil.

**Dedico à Irene Gomes de Souza (*in memoriam*), minha querida avó que desde pequeno com muito amor me incentivava aos estudos e sempre estava alegre ao me ver.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me permitir estar aqui e ter me dado força e sabedoria durante esta graduação.

Agradeço a Universidade Estadual do Maranhão, pela formação acadêmica.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pelo auxílio financeiro indiretamente fornecido para esse estudo por meio do processo de Pesquisador/Professor visitante para programas de Pós-graduação – FAPEMA BPV-06012/21, aprovado pelo orientador da proposta.

Ao chefe de laboratório Prof. Dr. Carlos Augusto Silva de Azevêdo, pela oportunidade e disponibilidade de uso do Laboratório de Entomologia Aquática – LEAQ.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Caleb Califre Martins, pela oportunidade de orientação, assim contando com seu auxílio como professor e amigo, sempre estando presente para me aconselhar e ensinar, com paciência e atenção, compartilho a honra de ter sido seu orientando, poder trabalhar e aprender com você.

A minha coorientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luiza Daiana Araújo da Silva Formiga, pela coorientação e disponibilidade do Laboratório de Fauna do Solo.

À minha família, primeiramente aos meus pais, Francisco Medeiros Furtado Filho, por ser uma inspiração como pessoa, amigo e por ser um excelente pai, me ensinando a ter valores e sempre sendo um exemplo pra mim e Alexsandra de Paula Gomes de Souza, por ser uma excelente mãe e buscar me ajudar, seja no meio acadêmico ou na minha trajetória pessoal, constantemente se preocupando em saber como estou. Agradeço a ambos pelo apoio e ajuda incondicional, estando sempre ao meu lado quando preciso.

Aos meus avós, em especial a minha falecida avó, Irene Gomes de Souza, a qual sempre me recebia em sua casa com um sorriso no rosto.

Aos meus tios e tias, em especial Val, Miliana e Michele, que quando preciso estão a uma ligação de distância e principalmente nesta trajetória acadêmica sempre estiveram alegres em me ajudar.

A meus colegas de curso, em especial as Ana's (Clara e Beatriz), Paiva, Marxo e Nayarte, que compartilharam sua amizade comigo durante o curso.

Aos colegas de ambos laboratórios, em especial ao Pedro Kauê e Evilene Pessoa, que com prazer me auxiliaram na identificação das famílias de Araneae e Diptera; A Julienne Maciel, Alexandre Cavalcante e Januário pela amizade e auxílio durante as coletas.

A Surama Pereira pelo auxílio e disponibilidade como “guia” durante a coleta no Inhamum.

A Me. Alana Ellen de Sousa Martins e Dr<sup>a</sup>. Anne Moreira Costa pelas sugestões e conselhos como banca do meu Projeto de TCC.

A minha melhor amiga e companheira nestes últimos quatro anos, Luenne Vitória Silva Oliveira Melo, com quem eu pude compartilhar minhas conquistas e dificuldades durante esta graduação, me apoiando e estando ao meu lado em ambas situações, com amor, carinho e cuidado, agradeço por saber que posso contar com você e ter o prazer de ter alguém especial assim em minha vida.

## RESUMO

O solo é um recurso natural não renovável, nele são encontrados organismos vivos de grande importância, como a macrofauna edáfica, seres vivos que compreendem os filos Annelida, Arthropoda e Mollusca. Os macroinvertebrados do solo participam de forma ativa do ambiente em que habitam, porém podem sofrer diretamente com alterações do clima e ações antropogênicas. Mediante o exposto, o presente trabalho teve por objetivo compreender qual a influência das ações antrópicas na diversidade da macrofauna edáfica em áreas do município de Caxias, MA. Para isso, a diversidade da macrofauna do solo da Universidade Estadual do Maranhão, campus Caxias (área intensamente antropizada) e da Área de Proteção Ambiental do Inhamum (área conservada), ambas do município de Caxias, MA, foi estudada e comparada. Foram realizadas duas coletas (uma em estação chuvosa e outra em seca) com o auxílio de 20 armadilhas *pitfall* distribuídas a uma distância de sete metros entre si e em forma de zig-zag. Os espécimes coletados foram levados ao Laboratório de Entomologia Aquática na Universidade Estadual do Maranhão, Campus Caxias, para sua identificação, tabulação de dados e realização das análises estatísticas. No total foram amostrados 4.327 espécimes de 10 ordens, 39 famílias de Hexapoda, Arachnida e Myriapoda. A maior abundância de espécimes amostrados ocorreu no período chuvoso nas duas áreas. A área conservada apresentou maiores índices de diversidade e de equitabilidade, bem como menor índice de dominância, o que demonstra que sua comunidade é mais diversa e possui maior equilíbrio entre os táxons. Formicidae foi a família mais abundante e dominante nas duas áreas e nos dois períodos. Os resultados do presente estudo reforçam a necessidade de conservar os ambientes naturais para conservar a maior diversidade da macrofauna edáfica, bem como o efeito negativo das ações antropogênicas sob essa fauna.

**Palavras-chave:** Macroinvertebrados; Solo; Conservação; Pitfall.

## ABSTRACT

Soil is a non-renewable natural resource, where living organisms of great importance are found, such as soil macrofauna, living beings that comprise the phyla Annelida, Arthropoda and Mollusca. Soil macroinvertebrates actively participate in the environment they inhabit, but they can suffer directly from climate changes and anthropogenic actions. Based on the above, the present study aimed to understand the influence of human actions on the diversity of soil macrofauna in areas of the municipality of Caxias, MA. For this purpose, the diversity of soil macrofauna at the Universidade Estadual do Maranhão, campus de Caxias (intensely anthropized area) and the Área de Proteção Ambiental do Inhamum (conserved area), both in the municipality of Caxias, MA, was studied and compared. Two collections were carried out (one in the rainy season and the other in the dry season) with the use of 20 pitfall traps distributed at a distance of seven meters from each other and in a zig-zag shape. The collected specimens were taken to the Laboratório de Entomologia Aquática na Universidade Estadual do Maranhão, Campus Caxias, for identification, data tabulation and statistical analysis. In total, 4327 specimens from 10 orders, 39 families of Hexapoda, Arachnida and Myriapoda were sampled. The greatest abundance of sampled specimens occurred during the rainy season in both areas. The conserved area presented higher diversity and equitability indexes, as well as a lower dominance index, which demonstrates that its community is more diverse and has a greater balance between taxa. Formicidae was the most abundant and dominant family in both areas and in both periods. The results of the present study reinforce the need to conserve natural environments to conserve the greatest diversity of soil macrofauna, as well as the negative effect of anthropogenic actions on this fauna.

**Keywords:** Macroinvertebrates; Ground; Conservation; Pitfall.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>01</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>03</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>06</b>
<b>3.1 Áreas de estudo .....</b>	<b>06</b>
<b>3.2 Coleta e identificação de material biológico .....</b>	<b>07</b>
<b>3.3 Análises estatísticas .....</b>	<b>09</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>24</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>25</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O solo, um recurso natural não renovável, pode ser considerado o epicentro da organização dos ecossistemas terrestres; em sua composição são encontrados minerais, matéria orgânica e organismos vivos (Silva *et al.*, 2016; Bocaleti *et al.*, 2021). Transformações de processos químicos, físicos e biológicos resultam no solo (Lehman *et al.*, 2015), vários desses processos são afetados por macro e microorganismos que, por sua vez, são considerados os principais provedores de substratos nutricionais, afetam o ciclo de nutrientes, regulação de matéria orgânica, captura de carbono e podem mudar as estruturas físicas do solo (Guzmán *et al.*, 2012).

Dentre os organismos vivos encontrados no solo consta a macrofauna de invertebrados que, segundo Aquino, Merlim e Correia (2000), influencia diretamente os processos ocorrentes no solo, seja por meio da escavação e/ou ingestão e transporte de material mineral e orgânico do solo. Essa fauna, conhecida como edáfica, compreende a maioria da biomassa de muitos ecossistemas terrestres e contribuem para seu funcionamento e formam ambientes propícios para outras espécies (Eisenhauer, 2010; Gongalsky, 2021). Essa macrofauna compreende indivíduos dos filos Annelida, Arthropoda e Mollusca que habitam o solo ou passam mais de um ciclo de vida nele (Souza *et al.*, 2015; Rezende *et al.*, 2017).

Os macroinvertebrados do solo participam de forma ativa e diligente do ambiente em que estão presentes e desempenham diversas atividades, segundo Oliveira Filho *et al.* (2018), contribuem para melhoria da fertilidade do solo e produtividade ambiental, o que demonstra também seu valor econômico (Souza *et al.*, 2015). De acordo com esses mesmos autores, a macrofauna edáfica necessita ser mais estudada e melhor compreendida, dentre alguns dos motivos principais destacam-se: o valor estético, onde muitos ecologistas iniciaram suas carreiras ao levantar pedras, observar e capturar indivíduos dessa fauna; e a função de ferramenta de avaliação de qualidade do solo, isso deve-se às diferentes respostas que cada táxon possui para as distintas condições ambientais e como podem responder a fatores externos (Anderson, 2009; Araújo; Monteiro, 2007; Góes *et al.*, 2018).

Pinheiro *et al.* (2014) demonstram que essa importante fauna sofre com as alterações do clima no local em que habitam, o que influencia na distribuição e variação dos táxons entre diferentes períodos e regiões. Os diferentes modos de manejo de solo influenciam na quantidade e diversidade de organismos da macrofauna edáfica (Rezende *et al.*, 2017), por exemplo, Silva *et al.* (2016), por meio de estudo de quantificação microbiana afirmou que o manejo em uma Floresta antropizada afeta negativamente sua ecologia, a macrofauna e o manejo do solo. A partir da macrofauna edáfica é possível compreender como as ações humanas afetam o

ecossistema, porém, ainda são poucas as pesquisas a respeito de como essa importante fauna de diferentes ambientes, em especial de floresta nativa, reage às modificações naturais ou antrópicas (Oliveira-Filho *et al.*, 2018).

Kiani *et al.* (2017) destacou que atividades antropogênicas, tais como minério, uso intensivo do solo devido à agricultura e uso de agroquímicos na agricultura convencional têm alterado as propriedades físico-químicas do solo e, assim, a diversidade de organismos, fato que provavelmente ocorre com a macrofauna de solo em diferentes áreas da cidade de Caxias, Maranhão, o que inclui uma pequena área de mata que recebe detritos e é degradada de forma constante na Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, campus Caxias. Apesar de sua importância, a macrofauna do solo recebe menos atenção quando comparada a outros organismos do solo (micróbios, micro e mesofauna) (Gongalsky, 2021). Baseado na relativa escassez de estudos da macrofauna de solo e na influência de ações antrópicas em sua diversidade, o presente estudo teve por objetivo compreender qual a influência das ações antrópicas na diversidade da macrofauna edáfica em áreas do município de Caxias, MA.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O solo tem sua importância expressa pelas suas funções, ele é vital para a produção de alimentos, abriga plantas e recursos a elas necessários, como nutrientes e água, além de ser onde os seres humanos constroem suas civilizações (Batista; Paiva, Marcolino, 2014). Quanto à antropização e sua relação com o solo, mudanças em um ambiente resultam em desequilíbrio das propriedades do solo e, assim, em sua composição biológica, o que pode acarretar efeitos negativos a esse importante recurso e no ecossistema (Góes *et al.*, 2021).

O solo conta com sua própria fauna, a qual inclui a macrofauna que é pouco estudada (Gongalsky, 2021). Rezende *et al.* (2017) afirmam que o conhecimento a respeito de espécies correspondentes à macrofauna edáfica é escasso; fato destacado por Souza *et al.* (2015) para a macrofauna edáfica brasileira, que possui grande diversidade de macro indivíduos e é considerada primordial para a estabilidade do ecossistema.

Os macroinvertebrados do solo são identificados comumente pelo seu tamanho, variável de 2 a 20 mm, porém, podem ser classificados também por outros fatores, como seus hábitos alimentares e papel para o solo (Correia; Oliveira, 2000; Rodrigues *et al.*, 2021). São diversas as ordens que representam a macrofauna edáfica, por exemplo, no Nordeste, mais especificamente no Piauí, Santos *et al.* (2016), identificou em seu trabalho 14 ordens: Araneae, Scorpiones, Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Isoptera, Blattodea, Lepidoptera, Orthoptera, Dermaptera, Diptera, Scolopendromorpha, Haplotaxida, que podem ser reconhecidas popularmente por besouros, formigas, cupins, aranhas, mariposas, dentre outros.

Segundo Silva *et al* (2022), Araneae, Diptera, Hymenoptera e Coleoptera são algumas das principais ordens que possuem um importante papel no ambiente edáfico. Diptera, moscas e mosquitos, é considerada uma ordem de insetos megadiversa e compreende insetos com o par de asas anteriores membranosas e o par posterior reduzidas a halteres (Rafael *et al.*, 2012). Coleoptera, a maior ordem dentro de Metazoa, é intrinsecamente ligada ao solo, Medri e Lopes (2001) afirmam que besouros atuam como decompositores de matéria orgânica, com destaque para escarabeídeos (Coleoptera: Scarabaeidae) que possuem papel fundamental na reciclagem de fezes de mamíferos (Ronqui; Lopes, 2006).

A ordem Hymenoptera – abelhas, formigas e vespas – atua ativamente em processos ecológicos, especialmente polinização, e possuem relações com a antropização; se tratando do solo propriamente dito, as formigas podem atuar melhorando a fertilidade do solo e auxiliando na dispersão de sementes (Queiroz, 2006). As aranhas, junto dos escorpiões, são os mais conhecidos dentre os aracnídeos; no solo esta ordem tem preferência por predação de formigas, colêmbolos e cupins, todos com grande abundância no ambiente edáfico (Mineo, 2009;

Almeida; Matos, 2020; Sousa; Benati, 2020). Blattodea, com a inclusão de cupins, também recebe destacada importância dentro a fauna edáfica. Segundo Lima (2012) representantes dessa ordem tem grande influência na ciclagem de nutrientes, devido sua capacidade de uso de recursos em seu habitat, assim, sua ausência pode acarretar consequências negativas para os processos de seu ecossistema.

Diversos são os efeitos de ações bióticas e abióticas nos diversos ecossistemas existentes no mundo, porém, parte desses efeitos pode ser desconhecida ainda para a ciência. Como meio de mensurar de que modo a fauna de determinado ambiente reage às suas mudanças é possível utilizar-se de bioindicadores de qualidade ou degradação ambiental. Um indicador se caracteriza como um atributo do ambiente capaz de avaliar os níveis de estresse e a intensidade de exposição ao fator estressante e a intensidade de resposta do ecossistema a isso (Prestes; Vincenci, 2019). Quanto aos seres vivos bioindicadores, são indivíduos que auxiliam na análise de risco ecológico do biosistema a partir de informações complementares (Prestes; Vincenci, 2019). Devido à sua diversidade, os componentes da fauna do solo são considerados importantes bioindicadores de preservação do ecossistema, estes diferentes grupos são impactados de variadas formas pelas alterações ambientais, alguns destes altamente sensíveis a estas mudanças (Prestes; Vincenci, 2019; Góes *et al.*, 2021).

A partir da evidenciada importância como bioindicador, a macrofauna edáfica tem seu valor para a agricultura, e destaca, assim, a importância para um manejo focado a um sistema sustentável e um agroecossistema mais equilibrado (Barros *et al.*, 2020). Correia *et al.* (2020) afirma que a macrofauna do solo coopera na avaliação de como planta e solo se relacionam, o que auxilia na criação de meios para redução de danos causados pela ação humana. Em conjunto a análises estatísticas multivariadas, a macrofauna do solo tem sua qualidade como bioindicador potencializada (Baretta *et al.*, 2006).

Relacionado a aspectos não naturais, o ser humano tem seu impacto direto na degradação do solo por meio de desmatamentos, queimadas e manejo agrícola, assim consequentemente impacta os macro indivíduos do solo. A antropização por meio da devastação do seu ecossistema ocasiona perturbações ao estado natural dos macroinvertebrados edáficos e pode acarretar o fenômeno denominado defaunação, caracterizado pela atenuação populacional de seres de determinada espécie em seu habitat (Batista; Paiva; Marcolino, 2014; Diniz, 2017). É esperado que em áreas urbanas, haja menor riqueza e abundância de espécies da macrofauna edáfica, visto que, o ambiente não fornece condições ambientais adequadas para a subsistência desses indivíduos (Kerber, 2022). A defaunação se torna um problema direto ao

conhecimento dos macro invertebrados, pois muitas espécies destes organismos edáficos podem ser espécies novas e são extintas antes de serem conhecidas (Oliveira Filho *et al.*, 2018).

A América Latina, segundo relatório da World Wide Fund For Nature (WWF, 2022), ao lado do Caribe, segue no topo da lista a respeito da redução de fauna nas últimas cinco décadas com cerca de 94% das populações de espécies monitoradas reduzidas. Uma porcentagem, tão alta é alarmante, principalmente ao imaginar tamanho desconhecimento a respeito das espécies totais dessa fauna, um problema que se agrava devido a já citada escassez de estudos relacionados à macrofauna e a falta de incentivos à preservação de ecossistemas locais.

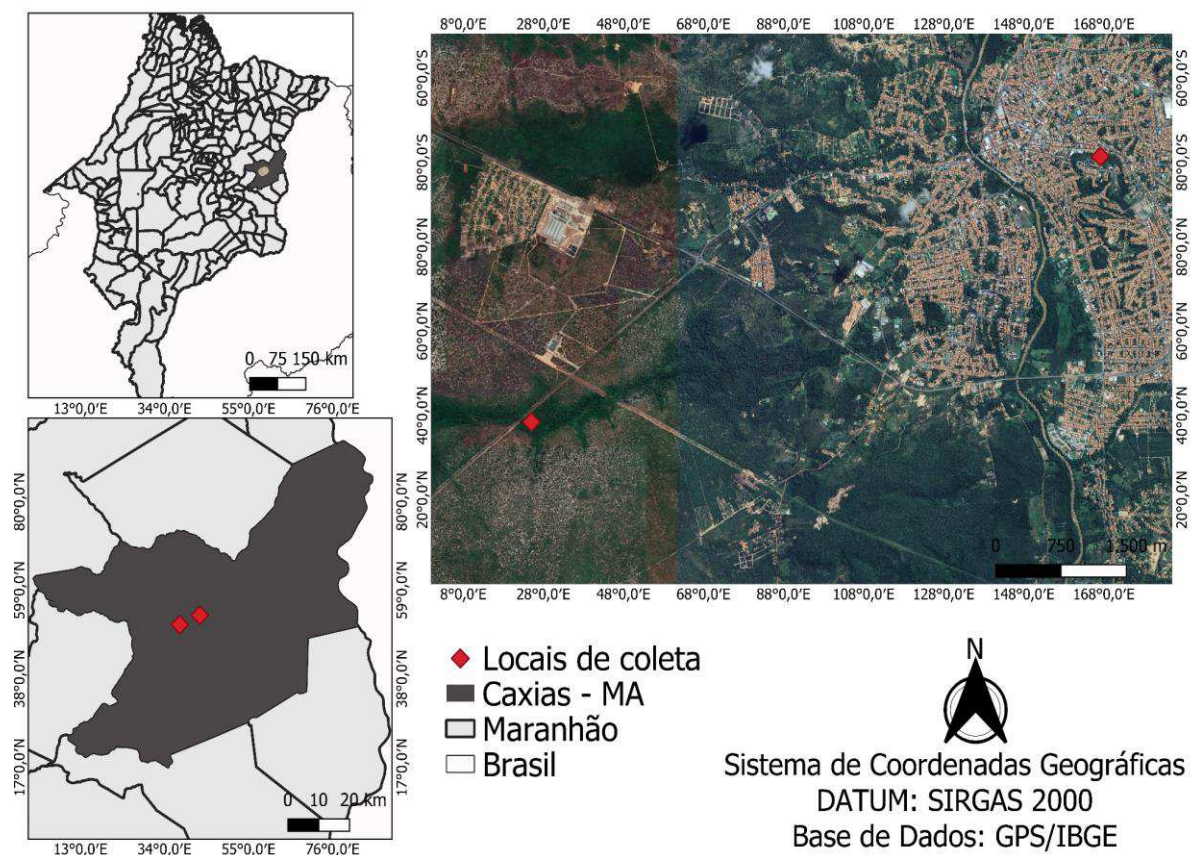
Com relação à defaunação em ambientes florestais, é evidenciado que suas consequências em relação à diversidade ainda não são completamente conhecidas, porém, grande parte das pesquisas afirmam que seus efeitos sejam danosos (Martins; Chaves, 2020). Prestes (2019) associa diretamente o avanço das cidades e da antropização com a perda de biodiversidade natural, e Silva *et al.* (2016) afirma que o solo resultante do manejo humano em uma floresta influenciou negativamente a diversidade de microrganismos nele presente, ou seja, claramente os efeitos antrópicos influenciam na perda da fauna, o que inclui a fauna edáfica. Desse modo é destacada a necessidade de tratar do tema defaunação, incluindo a fauna edáfica, e compreender como os efeitos antrópicos podem influenciar nesse fenômeno e na diversidade da fauna.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

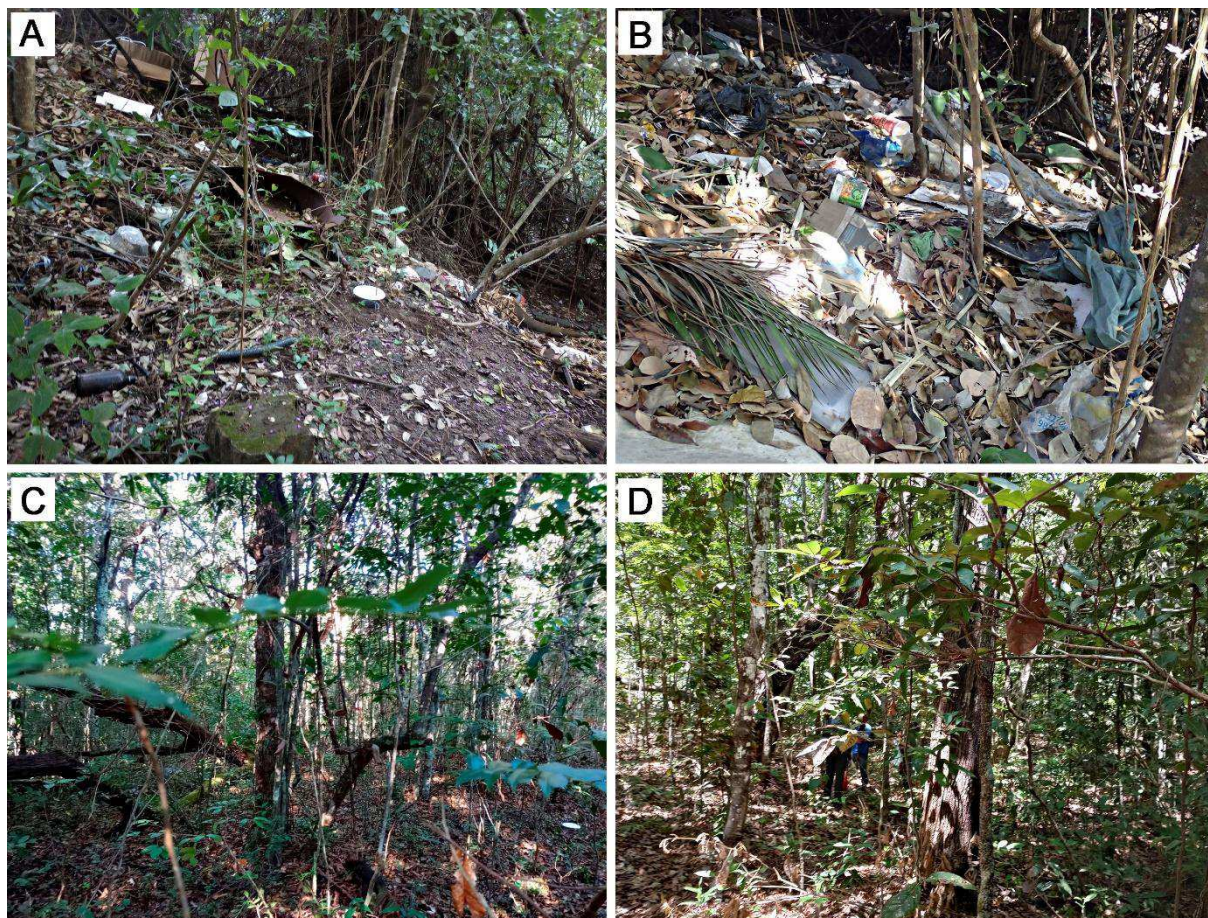
#### 3.1 Áreas de Estudo

A pesquisa foi realizada em duas áreas do município de Caxias-MA, Brasil (Figura 1). A primeira é uma área altamente antropizada, localizada dentro da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, campus Caxias (Figuras 2A e B), nessa área ocorre uma mata com dossel baixo e relativamente fechado, com grande presença de lianas e cipós, altamente fragmentada e com presença de diversos detritos. A segunda área, Área de Proteção Ambiental do Inhamum (Figuras 2C e D), possui vegetação conservada e caracterizada predominantemente por Cerrado, com variação entre campo limpo e cerradão (Martins *et al.*, 2021). Ambas as áreas estão localizadas no clima equatorial quente e úmido, com duas estações bem definidas: uma chuvosa, entre novembro e maio, e uma seca, entre maio e outubro.

**Figura 1.** Mapa ilustrativo dos locais de estudo.



**Figura 2.** Locais de estudo de macrofauna edáfica no município de Caxias, MA. **A-B)** Área antropizada, Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, campus Caxias. **C-D)** Área conservada, Área de Proteção Ambiental do Inhamum.



### 3.2 Coleta e identificação do material biológico

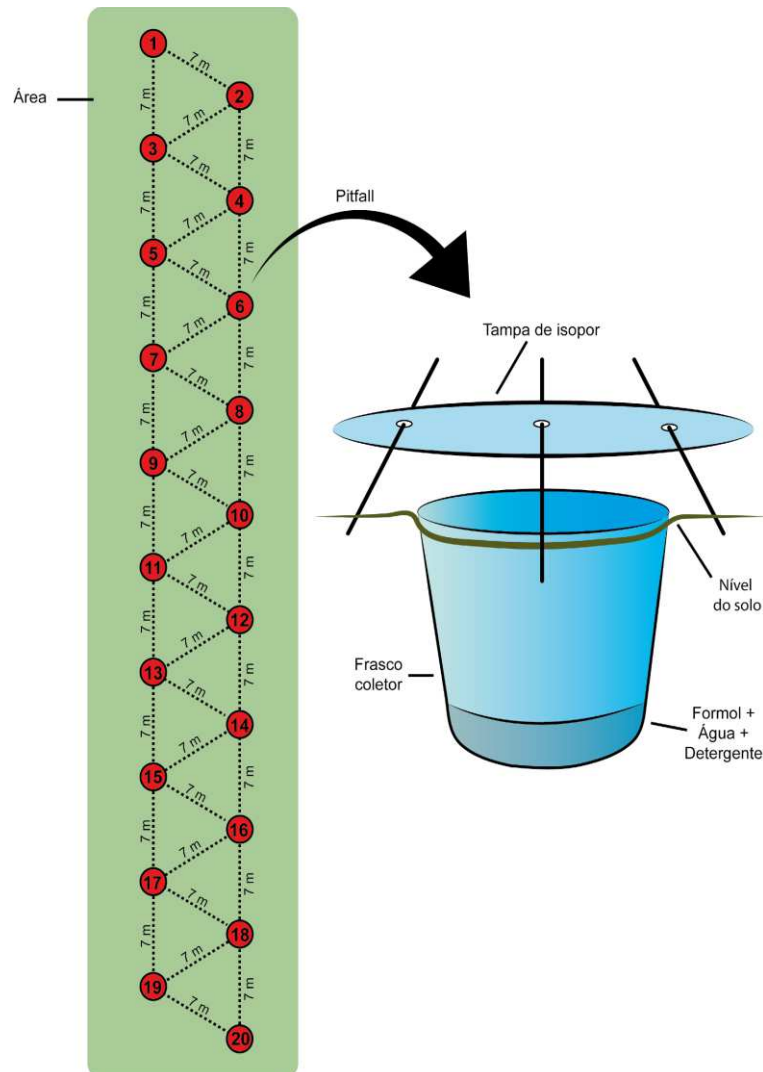
Para avaliar como a macrofauna edáfica reage à antropização foram feitas duas coletas em ambas as áreas em períodos distintos, a primeira durante a estação chuvosa foi realizada entre maio e junho de 2023 e a segunda, durante a estação de seca, foi feita em outubro de 2023. Para cada coleta foram instaladas 20 armadilhas de queda tipo *pitfall* que permaneceram em campo durante três dias, dispostas em um formato de “zig-zag” (Figura 3) com sete metros de distância entre elas, de modo a abranger o maior espaço possível do local.

As armadilhas de queda do tipo *pitfall* (Figura 3) são compostas por um frasco alocado em local escavado com sua borda nivelada com o solo e com substância conservante dentro; desse modo o animal caminha em direção a armadilha e cai ao entrar em contato com a borda (Montgomery *et al.*, 2021; Correia; Oliveira, 2000). Para montagem das armadilhas foram utilizados frascos com 10 cm de diâmetro e 10 cm de profundidade. Para proteção da armadilha contra chuvas foram utilizadas tampas de isopor suspensas por palitos de churrasco acima do

frasco (Figura 3). Armazenado no recipiente plástico foi adicionada uma solução (200 ml) composta por formol, água e detergente.

O material coletado foi transportado ao Laboratório de Entomologia Aquática (LEAq), situado na Universidade Estadual do Maranhão, campus Caxias, local em que foi limpo com água e álcool etílico 80% e, posteriormente, armazenado em álcool 80%. Os espécimes foram primeiramente triados e identificados até o nível de ordem, e posteriormente, foram identificados até o nível de família e corretamente contabilizados. A identificação do material ocorreu com auxílio de chaves de identificação específicas para cada táxon estudado, por exemplo, Rafael *et al.* (2012) e Triplehorn e Johnson (2011); quando necessário, foram contatados especialistas para auxílio da identificação.

**Figura 3.** Esquema de distribuição das armadilhas e modelo de armadilha utilizado (*pitfall*).



### 3.3 Análises estatísticas

Após sua identificação, o número de espécimes das diferentes ordens e famílias da macrofauna edáfica de cada área de estudo foram tabeladas com o auxílio do software Excel® para posterior análise no software PaSt® (Hammer; Harper; Ryan, 2001).

Os índices faunísticos utilizados para compreender a comunidade da macrofauna edáfica foram: (1) a abundância relativa, considerada a relação do número percentual de indivíduos da família coletada com o número total de espécimes coletados; (2) constância de ocorrência de cada família, obtida através da porcentagem de ocorrência das famílias nas coletas e, então, cada família foi considerada constante (presentes em mais de 50 % das coletas), acessória (presentes entre 25 e 50 % das coletas) ou acidental (presentes em menos de 25% das coletas); (3) riqueza (S), o número total de famílias presentes em cada comunidade; (4) dominância, uma família foi considerada dominante quando sua frequência for superior a  $(1/S) \times 100$ . Para as estimativas de riqueza foi utilizado o índice Chao1 e Margalef, estima a biodiversidade de uma comunidade com base na distribuição numérica dos indivíduos das diferentes espécies em função do número total de indivíduos existentes na amostra analisa (MAGURRAN, 2004).

Para o estudo da diversidade foram utilizados os índices: (1) Shannon-Wiener, o qual é baseado na abundância proporcional das famílias de cada comunidade, e considera a riqueza e equabilidade das mesmas. Tal índice foi escolhido por sua capacidade discriminante o que possibilita à comparação entre as comunidades das duas áreas de estudo e no fato de que a comunidade não foi totalmente amostrada; (2) Dominância e Simpson, foram utilizado para determinar a uniformidade do grupo de famílias; (3) Evenness, mede a equabilidade da comunidade e permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as famílias existentes; (4) Equabilidade de Pielou, é diretamente associado ao índice de Shannon-Wiener e, assim como o índice Evenness, permite compreender a equabilidade da comunidade (MAGURRAN, 2004).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram amostrados um total de 4327 espécimes, distribuídas em 10 ordens e 39 famílias dentre Myriapoda (Figura 4A), Arachnida (Figura 4B) e Hexapoda (Figuras 4C-G). Hexapoda correspondeu à 98.75% dos espécimes coletados (4273), 70% das ordens (Blattodea, Coleoptera, Dermaptera, Diptera, Hymenoptera, Orthoptera e Siphonaptera) e 51.3% das famílias amostradas; Arachnida representou somente 1.15% dos espécimes coletados (51), 10% das ordens (Aranae) amostradas, porém um total de 43.6% das famílias desse estudo; Myriapoda foi representada por somente 0.1% dos espécimes amostrados (três), 20% das ordens (Scolopendromorpha e Spirobolida) e 5.1% das famílias (duas). A maior abundância e diversidade de Hexapoda nesses estudo não é grande surpresa, pois a maioria das espécies do planeta são insetos, eles invadiram todos os nichos possíveis – exceto a zona bentônica dos oceanos – e possuem mais de 1 milhão de espécies conhecidas, e aprox. 4 milhões desconhecidas (Constantino, 2024).

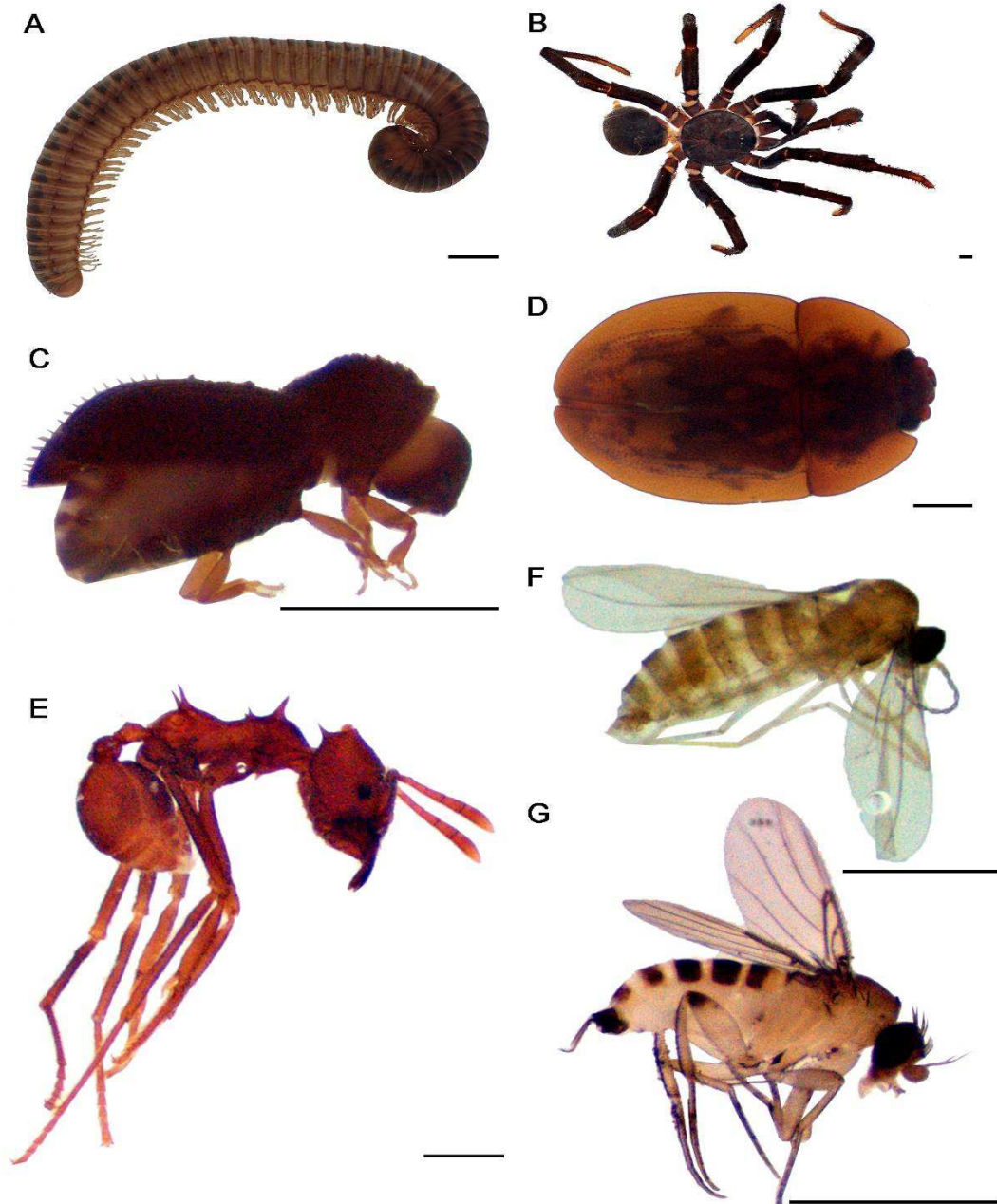
A baixa abundância e diversidade de Arachnida e Myriapoda não era esperado, pois ambos os grupos também possuem grande diversidade e abundância (Castanheira; Pérez-Gonzalez; Baptista, 2016; Battirolo *et al.*, 2017). Aranhas estão entre os principais predadores em ambientes terrestres com considerável impacto na população de suas presas (Castanheira; Pérez-Gonzalez; Baptista, 2016; Brescovit, 1999), e miriápodes, estão distribuídos em diversos habitats, incluindo serrapilheira e solo, especialmente importantes para esse estudo (Santos-Silva *et al.*, 2019).

A maioria dos espécimes amostrados nesse estudo, 2463, foram encontrados durante o período chuvoso –771 na APA do Inhamum (Tabela 1) e 1692 para UEMA (Tabela 2) –, enquanto no período seco foram contabilizados 1864 indivíduos, 671 na APA do Inhamum (Tabela 3) e 1193 para UEMA (Tabela 4). De acordo com Maher, Johnson e Burdine (2022), a disponibilidade de água é um importante fator para os artrópodes terrestres, e pode influenciar seu comportamento, fisiologia e sua falta pode limitar suas populações. Bayley e Holmstrup (1999), destacaram que muitos artrópodes que vivem no solo e nas raízes das plantas requerem altos níveis de umidade para evitar a dessecação, desse modo a disponibilidade de chuvas nas áreas estudadas e o aumento da umidade local provavelmente influenciaram diretamente a diferença de abundância da macrofauna edáfica entre período chuvoso e seco.

É esperado que o fator umidade influencie especialmente a macrofauna estudada na UEMA, pois sabe-se que superfícies impermeáveis nas cidades alteram a umidade do solo e sua hidrologia (Shuster *et al.*, 2005). A alta impermeabilidade presente ao redor da área UEMA influencia negativamente a absorção de umidade nessa área, então, a maior umidade oferecida

pela disponibilidade de chuvas pode explicar a grande diferença entre a abundância da macrofauna edáfica entre os períodos chuvoso e seco dessa área (499 espécimes). A área preservada estudada, Apa do Inhamum, possui grande quantidade de serrapilheira, a qual apresenta implicações hidroecológicas e pode regular a manutenção de umidade (Mateus *et al.*, 2013) explicando a pequena diferença entre a abundância (100 espécimes) da macrofauna edáfica no período chuvoso e seco.

**Figura 4.** Representantes dos táxons coletados. **A)** Myriapoda: Diplopoda: Spirobolida; **B)** Arachnida: Araneae: Zoridae; **C)** Hexapoda: Coleoptera: Bostrichidae; **D)** Hexapoda: Coleoptera: Nitidulidae; **E)** Hexapoda: Hymenoptera: Formicidae; **F)** Hexapoda: Diptera: Culicidae; **G)** Hexapoda: Diptera: Phoridae. Barra de escala: A = 1 cm; B-G = 1mm.



Na APA do Inhamum durante o período chuvoso e no período seco foram encontradas sete ordens, Aranae, Blattodea, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera e Orthoptera foram encontradas em ambas as estações, porém Spirobolida (Figura 4A) foi coletada somente na estação chuvosa, enquanto Scolopendromorpha foi na seca (Tabelas 1 e 3). Spirobolida é representante da classe Diplopoda, que correspondem à grande parte da macrofauna do solo e da serrapilheira, onde atuam na decomposição, redução e fragmentação da serrapilheira (Battirola *et al.*, 2017), material do qual alimentam-se; enquanto Scolopendromorpha faz parte da classe Chilopoda, predadores importantes que controlam populações de outros invertebrados (Battirola *et al.*, 2017). Talvez essa diferença de alimentação e estilo de vida explique a presença das duas ordens em estações distintas, no entanto, ambas foram consideradas acidentais, ou seja, sua presença pode ter sido somente por acidente.

Também houve diferenças entre as famílias presentes no ambiente chuvoso e seco na APA do Inhamum: Blattidae, Bostrichidae (Figura 4C), Culicidae (Figura 4F), Dolichopodidae, Formicidae (Figura 4E), Gryllidae, Nitidulidae (Figura 4D) e Phoridae (Figura 4G) (todos Hexapoda) estavam presentes em ambas as estações. Somente os representantes de Acrididae, Rhinotermitidae e Staphylinidae (Hexapoda), Anapidae e Miturgidae (Arachnida) e Spirobolida (Myriapoda) estavam presentes na estação chuvosa na APA do Inhamum, enquanto os hexápodes, Curculionidae, Rhinotermitidae, Termitidae e Vespidae, as famílias de aranhas Ctenidae, Galienidae, Ganaphosidae, Linyphiidae, Oonopidae, Palpimanidae, Salticidae, Trechaleidae, Zodariidae e Zoridae, e Scolopendridae (Myriapoda) foram coletados na estação seca. É possível perceber que o número de famílias de aranhas foi o principal diferencial entre as duas estações, porém todas essas famílias foram consideradas acidentais, o que dificulta a compreensão de como sua diversidade é afetada. No entanto, um fator que pode ter afetado essa diferença foi a maior presença de serrapilheira observada na estação seca na área de estudo do Inhamum, pois sua quantidade é um fator que influencia diretamente na diversidade e abundância de aranhas do solo (Mineo, 2009; Almeida; Matos, 2020; Sousa; Benati, 2020).

Formicidae (Hymenoptera) (Figura 4E) e Nitidulidae (Coleoptera) (Figura 4D) foram dominantes e constantes em ambas as estações de estudos; formigas são dominantes na maioria dos ecossistemas terrestres (Santos, 2016), então sua dominância já era esperada. Com relação à Nitidulidae, segundo Casari, Biffi e Iddi (2024), embora alguns sejam predadores, a grande maioria se caracteriza como saprófago e micétofagos, ou seja, alimentam-se de flores, frutos e folhas em decomposição ou saudáveis, a maior parte das espécies desta família é encontrada em fungos, plantas fermentadas e frutos caídos, o que provavelmente explica sua dominância, pois o local possui grande quantidade de serrapilheira com folhas e frutos caídos. Essa família

também apresentou grande quantidade de espécimes e foi dominante em outros estudos realizados em comunidades dos biomas Cerrado e Pantanal (Algarve *et al.*, 2020), onde dentre 13 famílias de coleópteros, Nitidulidae, Staphylinidae e Scolytidae representaram 80% do total amostrado.

Bostrichidae (Coleoptera) (Figura 4C) e Phoridae (Diptera) (Figura 4G) foram considerados como dominantes e constantes no período chuvoso na APA do Inhamum. Bostrichidae é uma família de grande importância para ambientes florestais e comumente se alimenta e é encontrada em madeira, podendo escavar este material e nele depositar seus ovos (Matoski, 2005; Rocha, 2011 Rafael *et al.*, 2024). Interessantemente Rocha (2011) coletou a maioria de indivíduos de Bostrichidae durante o período seco em uma área de Cerrado, de modo contrário a presente pesquisa, essa diferença provavelmente está relacionada com o modo de amostragem utilizado, no presente estudo utilizamos armadilhas de queda tipo *Pitfall*, enquanto Rocha (2011) utilizou armadilha atrativa tipo etanólica. Phoridae, são moscas de pequeno porte, bastante variadas e estima-se que possam haver cerca de 5 mil espécies no Brasil, embora apenas 895 tenham sido identificadas (Ament; Pereira 2024; Rafael *et al.*, 2024); diversas espécies dessa família estão associadas com espécies de formigas, por exemplo, *Myrmomicarius grandicornis* Borgmeier, 1928 é parasita de espécies do gênero *Atta* Fabricius, 1804 (Tonhasca, 2001), então uma explicação de sua grande presença no período chuvoso possa ser a grande abundância de formigas. Outra possível explicação seja a relação positiva de umidade relativa do ar com o número de espécimes de Phoridae, assim como foi relatado para *Myrmomicarius* sp. em área de restinga (Silva, 2011). Phoridae já foi considerada abundante em outros estudos, por exemplo, o estudo de Assis (2019) realizado na Unidade de Conservação Ambiental Desterro, em Florianópolis-SC.

Com relação à estação seca, Culicidae (Figura 4F) esteve presente como família dominante na APA do Inhamum, são insetos conhecidos popularmente como mosquitos, muriçocas e estão bastante relacionados a áreas urbanas, sua ocorrência pode estar relacionada a formação de criadouros artificiais oriundos da antropização (Rafael *et al.*, 2024; Consoli; Oliveira, 1994; Vittor *et al.*, 2009). Estes criadouros, que podem ser desde grandes tanques até pequenos recipientes plásticos com armazenamento de água parada, são encontrados em abundância na área da UEMA o que pode explicar sua grande frequência, abundância e dominância. A dominância dessa família na estação de seca pode estar relacionada com a disponibilidade de criadouros, como as armadilhas *pitfall* são confeccionadas com água, elas podem ter atraído os espécimes em um período que a disponibilidade de água é menor.

Na área da UEMA, ou seja, a fortemente antropizada, as ordens Aranae, Blattodea, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera e Orthoptera ocorreram tanto na estação chuvosa quanto na seca; Scolopendromorpha (Myriapoda) ocorreu somente na estação chuvosa e Siphonaptera (Hexapoda) somente na estação seca. As famílias de Hexapoda Anisolabidae, Agromyzidae, Bostrichidae, Chloropidae, Culicidae, Formicidae, Nitidulidae, Rhinotermitidae, Termitidae e Vespidae, e a família Zoodaridae (Aranae) estavam presentes tanto na estação seca, quanto na chuvosa. Agelenidae, Anapidae, Miturgidae, Oonopidae, Sicariidae (todas Aranae); Carabidae, Dolichopodidae, Drosophilidae, Gryllidae, Phoridae, Scarabaeidae e Staphylinidae (Hexapoda) e Scolopendridae (Myriapoda) estavam presentes somente no período chuvoso. As famílias de insetos, Blattidae, Gryllidae, Muscidae e Pulicidae, bem como as de aranhas, Clubionidae, Ctenidae, Galienidae, estavam presentes somente na seca. A grande maioria dessas famílias foram consideradas acidentais durante estudo, dificultando assim a compreensão de sua ocorrência ao longo das diferentes estações (Tabelas 2 e 4).

Somente Formicidae (Figura 4E) e Culicidae (Figura 4F) (no período seco) foram consideradas dominantes na área da UEMA. Culicidae, assim como foi destacado acima, está diretamente associado a áreas antropizadas, devido aos criadouros artificiais e alimentação por hematofagia, pois em áreas de desmatamento, algumas espécies de Culicidae podem realizar o processo de repasto sanguíneo ao grau do solo, além da disponibilidade de presas para sugarem o sangue, com preferências variáveis dentre as espécies de culicídeos, podendo sugar aves, roedores, bovinos e humanos (Marcondes; Alencar, 2010). Assim como na área da APA do Inhamum, espécimes dessa família podem ter sido atraídos devido à disponibilidade de água nas armadilhas de *pitfall* em um período de seca. A diferença dentre a abundância no período seco e chuvoso pode estar relacionada ao favorecimento de certas espécies de mosquitos, como exemplo *Culex quinquefasciatus* Say, 1823, a qual durante o período chuvoso compete diretamente com o *Aedes aegypti* Linnaeus, 1762, enquanto no período seco, *C. quinquefasciatus* possui ocorrência elevada (Costa; Calado, 2016).

É evidente a grande quantidade de espécimes amostrados da família Formicidae na área predominantemente antropizada (UEMA), com 1552 espécimes a mais que a área considerada preservada. Oliveira (2009) explica que a mirmecofauna é diretamente afetada em áreas que sofreram perturbação, porém, algumas espécies são afetadas de modo benéfico, espécies essas consideradas mais generalista. Apesar de não se um objetivo de estudo, foi observado que quase todos os espécimes de formigas coletadas na área antropizada são do gênero *Atta* Fabricius, 1804, um dos quais são beneficiados em áreas antropizadas, desse modo os indivíduos desse gênero contribuíram para a maior abundância de Formicidae nessa área. A presença das

espécies desse gênero de formiga provavelmente influenciou a presença de Phoridae, outra família considerada constante, pois diversas espécies são parasitas desse gênero de formigas (Silva, 2011).

A maior abundância de formigas durante o período chuvoso pode ser explicada por melhores circunstâncias para o desenvolvimento de certas espécies desse grupo durante as chuvas, assim como destacado por Santos (2020). Durante o período chuvoso a vegetação da área da UEMA é mais diversa, desde gramíneas a árvores de porte médio, e durante o período seco, devido ao processo de abscisão foliar, notou-se um dossel mais aberto, com uma menor variação vegetal, isso deve influenciar diretamente a abundância de formigas, pois, assim como demonstrado por Costa (2023) e Albuquerque (2009), a quantidade de espécimes de Formicidae encontradas em determinada área é diretamente ligada a fitofisionomia do ambiente, assim, um ambiente com maior variação vegetal proporciona uma maior oferta de locais de nidificação e alimentos.

Bostrichidae, Nitidulidae e Chloropidae também foram considerados constantes nas amostras realizadas nas áreas antropizada. Como já destacado Bostrichidae e Nitidulidae são famílias de Coleoptera relacionadas à madeira e material em decomposição (Matoski, 2005; Rocha, 2011; Casari; Biffi; Iddi, 2024). Quanto a família Chloropidae, igualmente conhecida por estar presente em ambientes urbanizados, são comumente encontrados sob vegetação baixa, porém, possuem uma ampla distribuição de habitats, seus hábitos alimentares também são variáveis, caracterizando-se em algumas larvas de determinadas espécies saprófagas, outras fitófagas e outras predadoras, porém, seus hábitos de modo geral são pouco conhecidos (Riccardi, 2016; Rafael *et al.*, 2024). A área da UEMA caracteriza-se como antropizada e Chloropidae é vista como uma família cosmopolita, então é possível compreender sua constância nessa região, embora sejam necessários mais estudos para melhor compreensão de seus hábitos e sua associação com a antropização.

**Tabela 1** – Diversidade taxonômica da macrofauna edáfica na APA do Inhamum, Caxias, Maranhão (área conservada), estação chuvosa.

<b>Ordem</b>	<b>Família</b>	<b>Nº Total de espécimes</b>	<b>Frequência (%)</b>	<b>Constância</b>	<b>Constância categoria</b>	<b>Dominância</b>
Hymenoptera	Formicidae	379	49,16	100,00	Constante	Dominante
Coleoptera	Bostrichidae	131	16,99	89,47	Constante	Dominante
Coleoptera	Nitidulidae	113	14,66	84,21	Constante	Dominante
Diptera	Phoridae	87	11,28	73,68	Constante	Dominante
Blattodea	Rhinotermitidae	19	2,46	36,84	Acessória	Não Dominante
Orthoptera	Gryllidae	14	1,82	36,84	Acessória	Não Dominante
Coleoptera	Staphylinidae	9	1,17	15,79	Acidental	Não Dominante
Diptera	Culicidae	9	1,17	26,32	Acessória	Não Dominante
Orthoptera	Acrididae	3	0,39	10,53	Acidental	Não Dominante
Araneae	Miturgidae	2	0,26	10,53	Acidental	Não Dominante
Blattodea	Blattidae	2	0,26	10,53	Acidental	Não Dominante
Araneae	Anapidae	1	0,13	5,26	Acidental	Não Dominante
Diptera	Dolichopodidae	1	0,13	5,26	Acidental	Não Dominante
Spirobolida	Spirobolidae	1	0,13	5,26	Acidental	Não Dominante
<b>Total:</b>		<b>771</b>	<b>100</b>			

**Tabela 2** – Diversidade taxonômica da macrofauna edáfica da UEMA, Caxias, Maranhão (área antropizada), estação chuvosa.

<b>Ordem</b>	<b>Família</b>	<b>Nº Total de espécimes</b>	<b>Frequência (%)</b>	<b>Constância</b>	<b>Constância categoria</b>	<b>Dominância</b>
Hymenoptera	Formicidae	1346	79,55	94,74	Constante	Dominante
Coleoptera	Bostrichidae	68	4,02	78,95	Constante	Não Dominante
Coleoptera	Nitidulidae	66	3,90	89,47	Constante	Não Dominante
Diptera	Culicidae	42	2,48	73,68	Constante	Não Dominante
Diptera	Phoridae	41	2,42	52,63	Constante	Não Dominante
Diptera	Chloropidae	33	1,95	52,63	Constante	Não Dominante
Dermaptera	Anisolabidae	21	1,24	47,37	Acessória	Não Dominante
Blattodea	Termitidae	14	0,83	5,26	Acidental	Não Dominante
Coleoptera	Staphylinidae	12	0,71	36,84	Acessória	Não Dominante
Orthoptera	Gryllidae	11	0,65	36,84	Acessória	Não Dominante
Araneae	Oonopidae	10	0,59	21,05	Acidental	Não Dominante
Araneae	Miturgidae	5	0,30	15,79	Acidental	Não Dominante
Diptera	Drosophilidae	4	0,24	15,79	Acidental	Não Dominante
Hymenoptera	Vespidae	4	0,24	15,79	Acidental	Não Dominante
Blattodea	Rhinotermitidae	3	0,18	15,79	Acidental	Não Dominante
Araneae	Zoodaridae	2	0,12	5,26	Acidental	Não Dominante
Coleoptera	Scarabaeidae	2	0,12	10,53	Acidental	Não Dominante
Diptera	Agromyzidae	2	0,12	10,53	Acidental	Não Dominante
Araneae	Agelenidae	1	0,06	5,26	Acidental	Não Dominante
Araneae	Anapidae	1	0,06	5,26	Acidental	Não Dominante
Araneae	Sicariidae	1	0,06	5,26	Acidental	Não Dominante
Coleoptera	Carabidae	1	0,06	5,26	Acidental	Não Dominante
Diptera	Dolichopodidae	1	0,06	5,26	Acidental	Não Dominante
Scolopendromorpha	Scolopendridae	1	0,06	5,26	Acidental	Não Dominante
<b>Total:</b>		<b>1692</b>	<b>100</b>	<b>100</b>		

**Tabela 3** – Diversidade taxonômica da macrofauna edáfica a APA do Inhamum, Caxias, Maranhão (área conservada), estação seca.

<b>Ordem</b>	<b>Família</b>	<b>Nº Total de espécimes</b>	<b>Frequência (%)</b>	<b>Constância</b>	<b>Constância categoria</b>	<b>Dominância</b>
Diptera	Culicidae	325	48,44	78,95	Constante	Dominante
Hymenoptera	Formicidae	145	21,61	89,47	Constante	Dominante
Coleoptera	Nitidulidae	105	15,65	100,00	Constante	Dominante
Blattodea	Termitidae	27	4,02	10,53	Acidental	Não Dominante
Hymenoptera	Vespidae	20	2,98	47,37	Acessória	Não Dominante
Coleoptera	Bostrichidae	11	1,64	26,32	Acessória	Não Dominante
Diptera	Phoridae	9	1,34	26,32	Acessória	Não Dominante
Araneae	Zodariidae	5	0,75	15,79	Acidental	Não Dominante
Orthoptera	Gryllidae	4	0,60	21,05	Acidental	Não Dominante
Araneae	Galenidae	3	0,45	15,79	Acidental	Não Dominante
Araneae	Oonopidae	3	0,45	10,53	Acidental	Não Dominante
Blattodea	Blattidae	2	0,30	5,26	Acidental	Não Dominante
Blattodea	Rhinotermitidae	2	0,30	5,26	Acidental	Não Dominante
Araneae	Ctenidae	1	0,15	5,26	Acidental	Não Dominante
Araneae	Gnaphosidae	1	0,15	5,26	Acidental	Não Dominante
Araneae	Linyphiidae	1	0,15	5,26	Acidental	Não Dominante
Araneae	Palpimanidae	1	0,15	5,26	Acidental	Não Dominante
Araneae	Salticidae	1	0,15	5,26	Acidental	Não Dominante
Araneae	Trechaleidae	1	0,15	5,26	Acidental	Não Dominante
Araneae	Zoridae	1	0,15	5,26	Acidental	Não Dominante
Coleoptera	Curculionidae	1	0,15	5,26	Acidental	Não Dominante
Diptera	Dolichopodidae	1	0,15	5,26	Acidental	Não Dominante
Scolopendromorpha	Scolopendridae	1	0,15	5,26	Acidental	Não Dominante
<b>Total:</b>		<b>671</b>	<b>100</b>	<b>100</b>		

**Tabela 4** – Diversidade taxonômica da macrofauna edáfica da UEMA, Caxias, Maranhão (área antropizada), estação seca.

<b>Ordem</b>	<b>Família</b>	<b>Nº Total de espécimes</b>	<b>Frequência (%)</b>	<b>Constância</b>	<b>Constância categoria</b>	<b>Dominância</b>
Hymenoptera	Formicidae	730	61,19	100,00	Constante	Dominante
Diptera	Culicidae	399	33,45	68,42	Constante	Dominante
Coleoptera	Nitidulidae	24	2,01	63,16	Constante	Não Dominante
Blattodea	Termitidae	10	0,84	5,26	Acidental	Não Dominante
Araneae	Zoodaridae	6	0,50	15,79	Acidental	Não Dominante
Orthoptera	Gryllidae	5	0,42	21,05	Acidental	Não Dominante
Blattodea	Blattidae	3	0,25	15,79	Acidental	Não Dominante
Hymenoptera	Vespidae	3	0,25	15,79	Acidental	Não Dominante
Coleoptera	Bostrichidae	2	0,17	5,26	Acidental	Não Dominante
Diptera	Chloropidae	2	0,17	10,53	Acidental	Não Dominante
Siphonaptera	Pulicidae	2	0,17	15,79	Acidental	Não Dominante
Araneae	Clubionidae	1	0,08	5,26	Acidental	Não Dominante
Araneae	Ctenidae	1	0,08	5,26	Acidental	Não Dominante
Araneae	Galienidae	1	0,08	5,26	Acidental	Não Dominante
Araneae	Salticidae	1	0,08	5,26	Acidental	Não Dominante
Blattodea	Rhinotermitidae	1	0,08	5,26	Acidental	Não Dominante
Diptera	Agromyzidae	1	0,08	5,26	Acidental	Não Dominante
Diptera	Muscidae	1	0,08	5,26	Acidental	Não Dominante
<b>Total:</b>		<b>1193</b>	<b>100</b>	<b>100</b>		

A diversidade da comunidade da macrofauna edáfica entre os períodos de seca e chuvoso (Tabela 5) foi similar para a APA do Inhamum, como é possível notar nos valores dos índices de Simpson e Shannon, que foram praticamente iguais. A dominância foi a mesma durante os dois períodos, e o equilíbrio da comunidade foi pouco maior no período chuvoso. A riqueza amostrada (14) foi bem próxima da riqueza esperada por Chao-1 (15) no período chuvoso, enquanto no período seco ainda seriam necessárias mais coletas, pois a riqueza amostrada (23) está longe da esperada (38). No entanto, o índice de Margalef para o período seco foi maior (3.38), ou seja, a riqueza desse período foi maior quando comparado ao chuvoso.

Com relação à área da UEMA, antropizada, a dominância foi claramente maior no período chuvoso (Tabela 5), e o equilíbrio da comunidade foi similar entre os períodos chuvoso (Evenness: 0.11, Equitability: 0.31) e seco (Evenness: 0.14, Equitability: 0.32). A diferença entre a diversidade da comunidade entre os dois períodos é discutível, pois o índice de Shannon é maior para o período seco (0.51) em relação ao chuvoso (0.36), enquanto o índice de Shannon é maior para o período chuvoso (valor de 1). A riqueza encontrada no período chuvoso (24) foi próxima ao esperado (Chao-1 de 27,75), o mesmo pode ser observado no período seco com 18 famílias coletadas e 23.25 esperados. O índice de Margalef demonstrou que o período chuvoso, ao contrário do observado para a APA do Inhamum, foi mais rico quando comparado ao período seco.

Quando são comparadas a diversidade geral de ambas as áreas (Tabela 5), é possível notar que apesar da APA do Inhamum apresentar menos famílias (28) e indivíduos coletados (1442) quando comparado com a área antropizada da UEMA – 31 famílias e 2885 espécimes, a diversidade da comunidade da macrofauna edáfica é maior. Isso pode ser observado por meio dos índices de Simpson e Shannon, ambos maiores na área conservada: 0.7763 (0.4567 na UEMA) e 1.831 (1.098 na UEMA), respectivamente. O índice de diversidade de Margalef foi próximo entre as duas áreas, 3.712 para a área conservada e 3.765 para a área antropizada (tabela 6).

Com relação ao equilíbrio da comunidade, a área antropizada apresenta maior dominância de um determinado grupo (Formicidae), como pode ser notado no valor do índice Dominance que é o dobro na área antropizada (0.5433) com relação à área conservada (0.2237), essa dominância está diretamente relacionada com o baixo equilíbrio da comunidade da macrofauna edáfica dessa área, assim como pode ser notado nos índices de equitabilidade: Evenness (0.096) e Equitability (0.3198) para a área antropizada (UEMA) e Evenness (0.2229) e Equitability (0.5495) para a área conservada (APA do Inhamum). O maior equilíbrio da comunidade da APA do Inhamum também resultou na presença de mais famílias dominantes

(Bostrichidae, Nitidulidae, Formicidae, Culicidae e Phoridae), enquanto na UEMA apenas duas foram dominantes, Formicidae e Culicidae. A abundância de Formicidae claramente influenciou positivamente o índice de dominância e negativamente os índices de equilíbrio na área antropizada, essa família apresentou 79,55% e 61,19% de frequência durante o período chuvoso e seco, respectivamente (Tabelas 2 e 4), com alta incidência de formigas generalistas, no caso, o gênero *Atta* que foi observado em maioria na área da UEMA.

Os dados acima destacados demonstram que a macrofauna edáfica da APA do Inhamum compõe uma comunidade mais diversa e equilibrada entre seus grupos, quando comparadas à área da UEMA. Esses resultados são esperados, pois áreas mais conservadas tendem a possuir maior nível de equilíbrio e de diversidade quando comparado com áreas antropizadas, as quais perdem diversidade e, assim, equilíbrio por efeito direto ou indireto da antropização. Os dados aqui suporta a hipótese de que a antropização é um dos principais fatores que levam à perda de diversidade, concordando com outros estudos: Dufek *et al.* (2020) em um estudo sobre a diversidade da comunidade de Sarcophagidae (Diptera) em Savanas, Florestas, Áreas Urbanas e Campos de Alfafa, demonstraram que efeitos antropogênicos influenciaram negativamente na diversidade dessa família, com as comunidades de ambientes naturais (Savana e Florestas) mais diversas que aquelas presentes em ambientes antropizados (Urbano e Campos de Alfafa). Efeitos antropogênicos também afetam negativamente a comunidade de insetos aquáticos, como foi demonstrado em estudo de Melacarne, Machado e Moretto (2024), onde riachos urbanos possuem menor riqueza, dispersão e diversidade funcional de macroinvertebrados. Fenoglio, Rosseti e Videla (2019) realizaram um estudo meta-analítico que demonstrou o efeito negativo da urbanização na diversidade e abundância em artrópodes terrestres, com as comunidades em áreas urbanizadas (similar à área da UEMA no presente estudo) menos diversas e abundantes.

Fenoglio, Rosseti e Videla (2019) também destacaram que a magnitude das mudanças na diversidade e abundância causada por ações antropogênicas não afeta todas as espécies do mesmo modo, com Coleoptera e Lepidoptera como grupos que foram mais afetados. Nossos resultados concordam com os dados desses autores, pois claramente Formicidae foi afetado positivamente em áreas urbanizadas, como já mencionado anteriormente, isso está relacionado com o hábito generalista de algumas espécies (gênero *Atta*, Fabricius, 1804) que lhe dão benefícios em relação às espécies especialistas. Espécies desse gênero são influenciadas positivamente pelo efeito de borda, promovendo uma maior abundância de saúvas (Leal *et al.*, 2012). Em acordo com o que foi dito, Souza *et al.* (2023), observou que a maioria dos

formigueiros de formigas cortadeiras (*Atta*) estavam presentes nas áreas mais antropizadas de seu *campus*.

**Tabela 5** – Índices de diversidade da comunidade de macrofauna edáfica referente à APA do Inhamum (conservada) e UEMA (antropizada).

	<b>INHAMUM (período chuvoso)</b>	<b>INHAMUM (período seco)</b>	<b>TOTAL</b>	<b>UEMA (período chuvoso)</b>	<b>UEMA (período seco)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Dominância</b>	0,31	0,31	0,2237	0,64	0,49	0,5433
<b>Simpson</b>	0,69	0,69	0,7763	0,36	0,51	0,4567
<b>Shannon</b>	1,52	1,58	1,831	1,00	0,94	1,098
<b>Evenness</b>	0,33	0,21	0,2229	0,11	0,14	0,09673
<b>Equitabilidade</b>	0,58	0,50	0,5495	0,31	0,32	0,3198

**Tabela 6** – Número de famílias e espécimes amostrados, e índices de riqueza da macrofauna edáfica referente à APA do Inhamum (conservada) e UEMA (antropizada).

	<b>INHAMUM (período chuvoso)</b>	<b>INHAMUM (período seco)</b>	<b>TOTAL</b>	<b>UEMA (período chuvoso)</b>	<b>UEMA (período seco)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Famílias</b>	14,00	23,00	28	24,00	18,00	31
<b>Espécimes</b>	771,00	671,00	1442	1692,00	1193,00	2885
<b>Margalef</b>	1,96	3,38	3,712	3,09	2,40	3,765
<b>Chao1</b>	15,00	38,00	46,33	27,75	23,25	49,33

Os resultados aqui observados reforçam a grande importância da conservação de ecossistemas naturais, pois a urbanização é uma alteração antropogênica importante e constitui uma das maiores ameaças à biodiversidade em escala global (Seto; Güneralp; Hutryra, 2012). Dentre os grupos ameaçados estão os macroinvertebrados de solo, especialmente os insetos, que possuem grande importância para o equilíbrio do ecossistema. Assim como destacado por Constantino (2024), grande número de espécies de insetos de muitas ordens diferentes – grande parte vivente no solo – utiliza plantas e animais mortos como alimento, e auxilia na decomposição desse material e na ciclagem de nutrientes, pois os insetos trituram, fragmentam e movimentam o material. Essa reciclagem de nutrientes realizadas por insetos, e outras faunas do solo são essenciais para os ecossistemas e sem elas há risco de colapso do sistema.

Ambientes naturais, com destaque para as Florestas Tropicais e Cerrado, possuem arquitetura complexa que providencia um ambiente rico em espécies de diferentes grupos que, por sua vez, possuem muitas interações ecológicas generalistas ou altamente especializadas, tanto na copa como no solo. A manutenção dessa diversidade, especialmente de grupos megadiversos como insetos, requer inquestionavelmente a conservação de grandes áreas de vegetação primária intacta, as quais estão atualmente em rápido declínio devido à diferentes fatores, entre eles vários antropogênicos (Samways *et al.*, 2020).

Dentre a macrofauna edáfica, os artrópodes recebem destaque devido à sua diversidade de espécies e funções ecossistêmicas oferecidas, contudo esse importante grupo está declinando globalmente e a modificação de ambientes naturais realizada por humanos é a principal causa disso. No entanto, há evidências crescentes de que a gestão de ambientes urbanos pode oferecer importantes refúgios para esse grupo (Maher; Johnson, Burdine, 2022).

Desse modo, mesmo ambientes locais como a APA do Inhamum – que recebe grande pressão por parte da agricultura – e a área antropizada localizada dentro da UEMA, que possui hoje grande quantidade de detritos, são importantes para a manutenção de grupos importantes como a macrofauna edáfica e por isso merecem receber mais atenção e um melhor plano de conservação e manejo.

## 5. CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo demonstram que a antropização influenciou negativamente na diversidade e equitabilidade da comunidade da macrofauna edáfica da região de Caxias, Maranhão, pois a área antropizada localizada dentro da UEMA apresentou baixa diversidade e grande dominância de Formicidae quando comparada com a APA do Inhamum, área conservada.

A umidade interferiu na diversidade e abundância da macrofauna edáfica de ambas as áreas estudadas. A APA do Inhamum apresentou mais espécimes durante o período chuvoso, entretanto, a maior quantidade de famílias ocorreu durante o período seco, ou seja, a umidade favoreceu a abundância de espécimes, mas não a riqueza de famílias. Enquanto a área da UEMA, obteve mais espécies e famílias durante a estação chuvosa, com a umidade favorecendo a abundância de espécimes e riqueza das famílias.

Formicidae possui grande abundância, tanto em ambiente conservado ou antropizado, e influencia diretamente no equilíbrio da comunidade estudada. Outras famílias de Hexapoda também foram consideradas dominantes, os coleópteros Bostrichidae e Nitidulidae, bem como os dípteros Phoridae e Culicidae foram dominantes na área da APA do Inhamum, enquanto Culicidae foi dominante na área da UEMA.

Baseado nos resultados do presente estudo é importante destacar a necessidade de conservação dos ambientes naturais e manejo correto em ambientes urbanos, com o intuito de oferecer refúgios para a diversidade biológica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA R. C. S.; MATOS E. P. N. B.; Uso de modelos didáticos como uma metodologia alternativa no ensino da morfologia e diversidade das ordens Araneae e Scorpionidae para alunos do ensino médio. **Série Educar** - Volume 13, p. 98-104, 2020.

ALGARVE, B. B.; SANTOS, F. A.; FREIRE, L. G.; MELO, S. T. P.; LIMA, T. N. Efeito da Sazonalidade em Área de Ecótono Cerrado e Pantanal na Abundância de Insetos. **Revista Pantaneira**, v. 17, p. 71-79, 2020.

ASSIS, T. **Levantamento de dípteros necrófagos na unidade de conservação ambiental desterro, município de Florianópolis, Santa Catarina.** Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Ciências Biológicas - Universidade Federal de Santa Catarina, 2019. Florianópolis, 2019.

AQUINO, A. M; MERLIM, A. de O.; CORREIA, M. E. F.; MERCANTE, F. M. **Diversidade da macrofauna do solo como indicadora de sistemas de plantio direto para a região oeste do Brasil.** Santa Maria: Embrapa, 2000.

AUDINO, L. D.; NOGUEIRA, J. M.; SILVA, P. G.; NESK, M. Z.; RAMOS, A. H. B.; MORAES, L. P.; BORBA, M. F. S. **Identificação dos coleópteros (Insecta: Coleoptera) das regiões de Palmas (município de Bagé) e Santa Barbinha (município de Caçapava do Sul), RS.** 1º ed. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2007.

AMENT D. C, PEREIRA T. P. L. 2024. Phoridae in **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. PNUD. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/183530>>. Acesso em: 19 jan. 2024.

ALMOND, R. E. A.; GROOTEN, M.; JUFFE BIGNOLI, D.; PETERSEN, T. **WWF-Relatório Planeta Vivo 2022 - Construindo uma sociedade positiva para a natureza.** Gland: WWF, 2022.

ANDERSON, J. M. Why should we care about soil fauna? **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, p. 835-842, 2009.

ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, vol. 23, no. 3, 2007.

BAYLEY, M. H; HOLMSTRUP, M. Water vapor absorption in arthropods by accumulation of myoinositol and glucose. **Science**, v. 17, n. 285, 1999.

BARETA, D.; MAFRA, A. L.; SANTOS, J. C. P; AMARANTE, C. V. T.; BERTOL. I. Análise multivariada da fauna edáfica em diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.11, p.1675-1679, 2006.

BARROS, C. E.; SILVA, B. A.; SOARES, D. R.; FORTI, V. A. Funções ecológicas da macrofauna edáfica em diferentes usos do solo no Centro de Ciências Agrárias da UFSCar – Araras/SP. **Cadernos de Agroecologia - Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia**, São Cristóvão, Sergipe - v. 15, n. 2, 2020.

- BATTIROLA, L. D.; GOLOVATCH, S. I.; PINHEIRO, T. G.; BATISTELLA, D. A.; ROSADO-NETO, G. H.; CHAGAS JR, A.; BRESCOVIT, A. D.; MARQUES, M. I. Myriapod (Arthropoda, Myriapoda) diversity and distribution in a floodplain forest of the Brazilian Pantanal. **Stud. Neotrop. Fauna E**, v. 53, p. 62-74 2017.  
<http://dx.doi.org/10.1080/01650521.2017.1397978>
- BATISTA, M. A.; PAIVA, D. W.; MARCOLINO, A.; Solos para Todos: perguntas e respostas. 1 ed. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 2014.
- BOCALETI, L. H. R.; GASPAROTTO, F.; PARIZ, S.; FILHO, E. S.; PACCOLA, E. A. S. Sustentabilidade agrícola e saúde do solo. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.5, p.1-13, 2021.
- BRESCOVIT, A. D. Revisão das aranhas do gênero Jessica Brescovit (Araneae, Anyphaenidae, Anyphaeninae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 43, p. 249-269, 1999.
- CASARI, S.A.; BIFFI, G.; IDE, S. 2024. Cap. 31, Coleoptera Linnaeus, 1758, pp. 575-698. *In*: Rafael, J.A.; Melo, G.A.R.; Carvalho, C.J.B. de; Casari, S. & Constantino, R. (eds). *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. 2ª ed. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 880 pp.
- CASTANHEIRA, P; PÉREZ-GONZÁLEZ, A; BAPTISTA, R. Spider diversity (Arachnida: Araneae) in Atlantic Forest areas at Pedra Branca State Park, Rio de Janeiro, Brazil. **Biodiversity Data Journal**, v. 4, 755 ed., 2016. doi: 10.3897/BDJ.4.e7055
- CONSOLI, R. A. G. B; OLIVEIRA, Ricardo Lourenço. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. 1º ed. Rio de Janeiro: **Editora Fiocruz**, 1994.
- CORREIA, L. D.; NASCIMENTO, A. S.; COSTA, F. D. F.; GARCIA, L. B.; ARAÚJO, J. S.; FONTOURA, S. B. Funções ecológicas da macrofauna do solo presentes em floresta secundária, sistema agroflorestal e sucessão inicial. **Cadernos de Agroecologia - Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia**, São Cristóvão, Sergipe - v. 15, no 2, 2020.
- CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. de. Fauna de Solo: Aspectos Gerais e Metodológicos. **Seropédica: Embrapa Agrobiologia**, fev. 2000. 46p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 112).
- COSTA, I. M. P.; CALADO, D. C. Incidência dos casos de dengue (2007-2013) e distribuição sazonal de culicídeos (2012-2013) em Barreiras, Bahia. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 24, n. 4, p. 735-744, 2016.
- CONSTANTINO, R. 2024. Cap. 5, A importância dos insetos, pp. 109-113. *In*: Rafael, J.A.; Melo, G.A.R.; Carvalho, C.J.B. de; Casari, S. & Constantino, R. (eds). **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. 2ª ed. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 880 pp
- DINIZ, M. H. Defaunação: a atual crise da biodiversidade. **Revista Brasileira de Direito Animal**, v.12, n. 01, p. 15-52, 2017.

DUFEK, M.; LARREA, D. D.; DAMBORSKY, M. P.; MULIERI, P. R. The Effect of Anthropization on Sarcophagidae (Diptera: Calyptratae) Community Structure: An Assessment on Different Types of Habitats in the Humid Chaco Ecoregion of Argentina. **Journal of Medical Entomology**, v. 57, p. 1468-1479, 2020.

EISENHAUER, N. The action of an animal ecosystem engineer: Identification of the main mechanisms of earthworm impacts on soil microarthropods. **Pedobiologia**, v. 53, p. 343–352, 2010.

FENOGLIO, M. S.; ROSSETTI, M. R.; VIDELA, M. Negative effects of urbanization on terrestrial arthropod communities: A meta-analysis. **Global ecology and biogeography**, v. 29, n.8, p.1412-1429, 2020.

GONGALSKY, K. B. Soil macrofauna: Study problems and perspectives. **Soil Biology and Biochemistry**, v.159, 108281, 2021.

GÓES, Q. R. de; FREITAS, L. da R.; LORENTZ, L. H.; VIEIRA, F. C. B. WEBER, M. A. Análise da fauna edáfica em diferentes usos do solo no Bioma Pampa. **Ciência Florestal**, v. 31, p. 123-144, 2021.

GULLAN, P. J., CRANSTON, P. S. Os Insetos: Um Resumo de Entomologia. 4º ed São Paulo: Roca, 2012.

GUZMÁN A.; OBANDO M.; RIVERA D.; BONILLA R. Selección y caracterización de rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (RPCV) asociadas al cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum*). **Revista Colombiana de Biotecnología**, v. 14, p. 182-190, 2014.

HAMMER, Ø., D. A. T. HARPER,; P. D. RYAN. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontology**, v. 4, p. 1-9, 2001.

KERBER, B. B. **O efeito das mudanças históricas de uso do solo sobre as comunidades de aves em uma área urbana no Cerrado**. 2022. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2022.

KIANI, M.; HERNANDEZ-RAMIREZ, G.; QUIDEAU, S.; SMITH, E.; JANZEN, H.; LARNEY, F. J.; PUURVEEN. D. Quantifying sensitive soil quality indicators across contrasting long-term land management systems: Crop rotations and nutrient regimes. **Agriculture Ecosystems Environment**, v. 248, p. 123-135, 2017.

LEAL, I. R.; FILGUEIRAS, B. K. C.; GOMES, J. P.; IANUZZI, L. ANDERSEN, A. N. Effects of habitat fragmentation on ant richness and functional composition in Brazilian Atlantic forest. **Biodivers Conserv**, v. 21, p. 1687-1701. 2012.

LEHMAN R.; CAMBARDELLA C, STOTT D, ACOSTA-MARTINEZ V, MANTER D, BUYER J, MAUL J, SMITH J, COLLINS H, HALVORSON J, KREMER R, LUNDGREN J, DUCEY T, JIN V, KARLEN D. Understanding and enhancing soil biological health: The solution for reversing soil degradation. **Sustainability**, v. 7, p. 988-1027, 2015.

MAHER, G. M.; JOHNSON, G. A.; BURDINE, J. D. Impervious surface and local abiotic conditions influence arthropod communities within urban greenspaces. **Peerj**, v. 10, 12818 ed., 2022.

MARCONDES, C.B.; ALENCAR, J. Revisão de mosquitos *Haemagogus* Williston (Diptera: Culicidae) do Brasil. **Revista Biomédica**, v. 21, p. 221-238, 2010.

MARTINS, A. E. de S.; RODRIGUES, J. C.; SILVA, M. R. de A. C.; SOUZA, M. T. A.; LIMA, F. O.; GONÇALVES, M. V. P.; BARROS, R. de K. dos S.; FORMIGA, L. D. A. da S. Levantamento Da Macrofauna Edáfica Em Áreas De Proteção Ambiental No Maranhão. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 7, n. 1, p. 30-37, 2021.

MARTINS, V.; CHAVES, O. M. Efeito da defaunação na diversidade e regeneração florística das florestas. **Revista Interdisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 8, p. 374-389, 2020.

MATEUS, F. A.; MIRANDA, C. C.; VALCARCEL, R.; FIGUEIREDO, P. H. A. Estoque e Capacidade de Retenção Hídrica da Serrapilheira Acumulada na Restauração Florestal de Áreas Perturbadas na Mata Atlântica. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 3, p. 336-346, 2013.

MAGURRAN, A. E. 2004. Measuring biological Diversity. Oxford, Blackwell Publishing.

MATOSKI, S. L. \comportamento de *Dinoderus minutus* Fabricius (1775) (Coleoptera: Bostrichidae) em lâminas torneadas de madeira. Dissertação (Mestre em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

MALACARNE, T. J.; MACHADO, N. R.; MORETTO, Y. Influence of land use on the structure and functional diversity of aquatic insects in neotropical streams. **Hydrobiologia** n. 851, p. 265–280, 2024.

MEDRI, I. M.; LOPES, J. Coleopterofauna em floresta e pastagem no norte do Paraná, Brasil, coletada com armadilha de solo. **Revista brasileira de Zoologia**, v. 18, p. 125-133, 2001.

MONTGOMERY, G. A.; BELITZ, M. W.; GUARALNICK, R. P.; TINGLEY, M. W. Standards and Best Practices for Monitoring and Benchmarking Insects. **Frontiers in Ecology and Evolution**. v. 8, p. 1-19, 2021.

MINEO, M. F. **Community ecology of ground-dwelling spiders in a Tropical Savanna Southeast Brazil**. 2009. 82 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

OLIVEIRA, A. A. **Diversidade ecossistêmica e avaliação da infestação de mosquitos (Diptera: Culicidae) em área de Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro e na Ilha da Trindade (BR)**. Abril de 2022, p. 1-148. Tese apresentada ao Instituto Oswaldo Cruz como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Medicina Tropical.

OLIVEIRA FILHO, L. C. L.; BARETTA, D.; PEREIRA, J. M.; MALUCHE-BARETTA, C. R. D.; POMPEO, P. N. CARDOSO, E. J. B. N. C. Fauna edáfica em ecossistemas florestais in: FORTES, N. L. P.; NETO, P. F. **Ciências Ambientais**, edUNITAU, 2018, p. 10-49.

OLIVEIRA, M. A. **Diversidade da mirmecofauna e sucessão florestal na Amazônia - Acre, Brasil**. Dissertação (Doctor Scientiae) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2009.

PINHEIRO, F. J.; MARTINS, C. M.; FIALHO, J. S.; CORREIA, E. F.; CASCON, P. Caracterização da macrofauna edáfica na interface solos e serrapilheira em uma área de Caatinga do Nordeste brasileiro. **Enciclopédia biosfera**, v.10, n.19, p. 2964-2974, 2014.

PRESTES, R. M.; VINCENCI, K. L. Bioindicadores como avaliação de impacto ambiental. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**. Curitiba, v. 2, n. 4, p. 1473-1493, 2019.

QUEIROZ, J. M, ALMEIDA, F. S, PEREIRA, M. P. S. Conservação da biodiversidade e o papel das formigas (Hymenoptera: Formicidae) em agroecossistemas. **Floresta e Ambiente**, v. 13, n. 2, p.37-45, 2006.

RICCARDI, P.R.; Family Chloropidae. **Zootaxa**. v. 4122, n. 1, p. 696-707, junho de 2016.

RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B.; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, R. Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia. **Holos, Editora Ltda-ME**. Ribeirão Preto, SP. p. 1-813, 2012.

RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B. de; CASARI, S.; CONSTANTINO, R. (eds). **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. 2ª ed. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, p. 1-880, 2024.

REZENDE, L. P; PORTELA, G. de 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. **Revista Biodiversidade**, v. 16, n.1, 2017.

ROCHA, J. R. M.; DORVAL, A.; FILHO, O. P.; COSTA, R. B. Dinâmica populacional de Bostrichidae, Platypodidae e Scolytidae (Coleoptera) em talhão de *Urograndis (Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis)* no município de Cuiabá, estado de Mato Grosso. **Revista de Agricultura**, v. 86, n. 3, p. 230-242, 2011.

RODRIGUES, J. C.; MARTINS, A. E. de S.; LIMA, F. O.; SOUZA, M. T. A.; SILVA, M. R. A. C.; GONÇALVES, M. V. P.; SOARES, F. I. L.; FORMIGA, L. D. A. S. Levantamento da mesofauna edáfica em áreas de proteção do Maranhão. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 7, n. 2, p. 230–238, 2021.

RONQUI, D. C.; LOPES, J. Composição e diversidade de Scarabaeoidea (Coleoptera) atraídos por armadilha de luz em área rural no norte do Paraná, Brasil. **Iheringia Ser. Zool.** 96(1):103-108, 2006.

SAMMWAYS, M. J. *et al.*, Solutions for humanity on how to conserve insects. **Biological Conservation**, v. 242, 2020.

SANTOS, D. P.; SANTOS, G. G.; SANTOS, I. L.; SCHOSSLER, T. R.; NIVA, C. C.; MARCHÃO, R. L. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 9, p. 1466-1475, 2016.

SANTOS, J. R. L.; DORVAL, A.; PERES FILHO, O.; DE SOUZE, M.D.; RODRIGUES, M.L.; DE FAVARE, L.G.; TOMAS, S.E.O. Mirmecofauna (Hymenoptera: Formicidae) associada ao plantio de *Tectona grandis* L.f. **Biodiversidade**, v. 19, n. 1, p. 106-115, 2020.

SANTOS, M. N. Research on urban ants: approaches and gaps. **Insectes Sociaux**, v. 63, p. 359-371.

SANTOS-SILVA, L.; GOLOVATCH, S. I.; PINHEIRO, T. G.; CHAGAS-JR, A.; MARQUES, M. I.; BATTIROLA, L. D. Myriapods (Arthropoda, Myriapoda) in the Pantanal of Poconé, Mato Grosso, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 19, n. 3, 2019.

SETO, K. C.; GÜNERALP, B.; HUTYRA, L. R. Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**, v. 109, p. 16083–16088, 2012.

SCUDDER. **Insect Biodiversity: Science and Society**. In *Insect Biodiversity: Science and Society*, v. 1, 2 ed. (FOOTTIT, R. G. e ADLER, P. H.), 2017.

SOUZA, M. H.; VIEIRA, B. de C. R.; OLIVEIRA, A. P. G.; AMARAL, A. A. do. Macrofauna do solo. **Enciclopédia biosfera**, v.11, n. 22, p. 115-131, 2015.

SOUSA, P. S. M.; BENATI, K. R. Disponibilidade de recursos alimentares para aranhas (Arachnida: Araneae) que habitam a serrapilheira. **Universidade Católica do Salvador**, anais da 23 SEMOC, 2020.

SILVA, F. C. da; SANTANA, I. de J.; MARTINS, R. D.; LEMES, N. M.; RIETJENS, A. R.; LIMA, M. L. da P. Quantificação da microbiota e diversidade ecológica da meso e macrofauna do solo sob diferentes usos no município de Urutaí (região Sudeste Goiano). **Multi-ScienceJournal**, v. 1, n. 4, p. 12-18. 2016.

SHUSTER, W. D.; BONTA, J.; THURST, H.; WARNEMUENDE, E.; SMITE, D. R. Impacts of impervious surface on watershed hidrology: A review. **Urban Water Journal**, v. 2, n. 4, p. 263-275, 2005.

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, junho de 2022.

STORK, N. E. How Many Species of Insects and Other Terrestrial Arthropods Are There on Earth?. **Annual Review of Entomology**. 1º ed. p. 31-45, 2018.

TONHASCA, A. Jr; BRAGANÇA, M. A. L.; ERTHAL, M. Jr. Parasitism and biology of *Myrmosicarius grandicornis* (Diptera, Phoridae) in relationship to its host, the leaf-

cutting ant *Atta sexdens* (Hymenoptera, Formicidae). **Insectes Sociaux**. v. 48, p. 154-158, 2001.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Estudo dos insetos**: tradução da 7ª edição de Borror and Delong's introduction to the study of insects. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

VITTOR, A. Y., *et al.* Linking Deforestation to Malaria in the Amazon: Characterization of the Breeding Habitat of the Principal Malaria Vector, *Anopheles darlingi*. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v.81, n. 1, p. 5-12, 2009.